

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**



⑩ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

② Offenlegungsschrift
③ DE 197 46 889 A 1

④ Int. Cl. 5:
B 60 T 8/24
B 60 T 8/60
B 60 K 28/10
B 60 K 41/20
B 62 D 37/00

⑤ Unionspriorität:
P 8-299660 23. 10. 96 JP

⑥ Anmelder:
Aisin Seiki K.K., Kariya, Aichi, JP

⑦ Vertreter:
Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner, 80336 München

⑧ Erfinder:
Nakashima, Hiroshi, Nishio, Aichi, JP; Hamada, Toshiaki, Okazaki, Aichi, JP; Miura, Jun, Toyooka, Aichi, JP; Terada, Hitoshi, Nishio, Aichi, JP

DE 197 46 889 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑨ Fahrzeugbewegungssteuerungssystem

⑩ Die vorliegende Erfindung ist auf ein Fahrzeugbewegungssteuerungssystem gerichtet zur Aufrechterhaltung der Fahrzeugstabilität selbst in dem Fall, in welchem sich das Fahrzeug neigt, wenn das Fahrzeug sich in Kurvenbewegung befindet, wobei eine Bremskraftsteuerungseinheit vorgesehen ist, für das Steuern einer Bremskraft, welche an jedem der vorderen und hinteren Räder des Fahrzeugs angelegt wird. Das System hat eine Neigungserfassungseinheit, welche eine Neigung einer normalen Achse des Fahrzeugs zu dessen vertikaler Achse erfäßt, sowie eine Kurvenbestimmungseinheit, welche einen Kurvenzustand des Fahrzeugs einschließlich einer Kurvenrichtung von diesem bestimmt. Eine Giermomentsteuerungseinheit ist vorgesehen für das Steuern der Bremskraftsteuerungseinheit, um ein Giermoment in eine Richtung entgegen der Kurvenrichtung des Fahrzeugs entsprechend der Neigung zu erzeugen, welche durch die Neigungserfassungseinheit bestimmt ist, wenn die Kurvenbestimmungseinheit bestimmt, daß sich das Fahrzeug in Kurvenfahrt befindet.

DE 197 46 889 A 1

DE 197 46 889 A 1

1

2

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Fahrzeugbewegungssteuerungssystem für die Steuerung bzw. Kontrolle einer Bewegung eines Fahrzeugs in Übereinstimmung mit einem Kippen des Fahrzugs, wenn sich das Fahrzeug in einer Kurvenbewegung befindet.

Gemäß dem Stand der Technik wird ein Fahrzeug mit einem aktiv gesteuerten Aufhängungssystem ausgerüstet, welches automatisch die Fahrzeugstellung sowie den Komfort regelt bzw. steuert. Das aktiv gesteuerte Aufhängungssystem ist dafür ausgebildet, eine für einen Hydraulikdruck verantwortliche Betätigungsanrichtung zu steuern, die an jedem Rad des Fahrzeugs wirkioniert ist, und zwar in An sprechen auf eine Fahrbedingung bzw. einen Fahrzustand des Fahrzeugs, einen Straßenzustand usw., wie es beispielsweise in einem Betriebshandbuch für ein japanisches Kraftfahrzeug "Toyota Soarer" offenbart ist, welches im Mai 1991 in Seite 3-54 bis 3-59 veröffentlicht wurde.

Gemäß dem aktiv gesteuerten Aufhängungssystem wird die Fahrzeugpositionssteuerung ausgeführt durch Bestimmen der Fahrzeugposition bzw. der Fahrzugstellung auf der Basis von Ausgangssignalen zahlreicher Sensoren und durch Steuern von Druckregelventilen, derart, daß die Fahrzeugstellung im wesentlichen stabil in jeglichen Fahrzuständen gehalten wird. Wenn beispielsweise das Fahrzeug sich in Kurvenfahrt befindet, dann wird eine Anti-Roll-Steuerung ausgeführt durch Tätigkeiten einer Betätigungsanrichtung zur Steuerung von rechten und linken Druckzylindern im Ansprechen auf eine Seitenbeschleunigung des Fahrzeugs, die erfaßt wird durch einen Seitenbeschleunigungssensor. Folglich wird die Kurvenbewegung des Fahrzeugs in solch einem stabilen Zustand durchgeführt, daß die Fahrzeugstellung im wesentlichen horizontal beibehalten werden kann. Gemäß dem vorstehend beschriebenen aktiv gesteuerten Aufhängungssystem müssen jedoch die Betätigungsanrichtung sowie die Druckzylinder, welche hierdurch gesteuert werden, für jedes Fahrzeuggrad vorgesehen werden, wobei das Steuerungssystem verkompliziert wird. Im Vergleich zu herkömmlichen Aufhängungssystemen wird daher die Anzahl an für das aktiv gesteuerte Aufhängungssystem notwendigen Teilen erhöht, wobei das System als ein ganzes hinsichtlich dessen Abmessungen groß baut und hohe Kosten verursacht.

Es ist folglich eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Fahrzeugbewegungssteuerungssystem zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug mit einem herkömmlichen Aufhängungssystem zu schaffen, wobei die Fahrzeugbewegung in geeigneter Weise gesteuert werden kann, selbst in dem Fall, wonach das Fahrzeug gekippt wird, wenn sich das Fahrzeug in einer Kurvenbewegung befindet.

Zur Erreichung des vorstehend genannten sowie weitere Ziele wird ein Fahrzeugbewegungssteuerungssystem geschaffen für das Aufrechterhalten der Stabilität eines Kraftfahrzeugs, wenn sich das Fahrzeug in einer Kurvenfahrt befindet, und welches folgende Bauteile hat: eine Bremskraft- bzw. Bremsdruckregeleinrichtung für das Regeln des Bremsdrucks, welche an jedes der vorderen und hinteren Räder des Fahrzeugs angelegt wird, eine Kipperfassungseinheit für das Erfassen einer Kippbewegung einer Normalachse des Fahrzeugs zu dessen Vertikalachse sowie eine Kurvenbestimmungseinheit für das Bestimmen eines Kurvenzustands des Fahrzeugs einschließlich einer Kurventrichtung von diesen. Das System hat des weiteren eine Giermomentsteuerungseinheit, welche die Bremsdruckregelheit steuert, um ein Giermoment in eine Richtung entgegengesetzt zu der Kurvenrichtung des Fahrzeugs zu erzeugen und zwar im Ansprechen auf die Kippbewegung, welche durch

die Kipperfassungseinheit erfaßt wird, wenn die Kurvenbestimmungseinheit bestimmt, daß sich das Fahrzeug in Kurvenfahrt befindet.

Die Giermomentsteuerungseinheit kann dafür vorgesehen sein, eines der vorderen Räder des Fahrzeugs, welches sich an der Außenseite einer Kurve des Fahrzeugbewegungspfades befindet, in Übereinstimmung mit dem Ergebnis der Kurvenbestimmungseinheit auszuwählen und welches dafür vorgesehen ist, die Bremsdruck- bzw. Bremskraftsteuerungseinheit zu steuern, um den Bremsdruck an das eine der vorderen Räder anzulegen, welches sich an der Außenseite der Kurve des Fahrzeugbewegungspfades befindet und zwar im Ansprechen auf die Kippbewegung, welche durch die Kipperfassungseinheit erfaßt worden ist.

Vorzugsweise hat das System des weiteren eine Radgeschwindigkeitserfassungseinheit für das Erfassen einer Radgeschwindigkeit für jedes Rad des Fahrzeugs, wobei die Giermomentsteuerungseinheit eine Sollschlupfratenstelleneinheit für das Einstellen einer Sollschlupfrate für jedes Rad des Fahrzeugs im Ansprechen auf die Kippbewegung hat, welche durch die Kipperfassungseinheit erfaßt worden ist, eine Istschlupfratenmeßeinheit hat, für das Messen einer aktuellen bzw. einer Istschlupfrate für jedes Fahrzeuggrad sowie eine Schlupfratenabweichungsberechnungseinheit hat, für das Berechnen einer Abweichung zwischen der gewünschten bzw. der Sollschlupfrate und der aktuellen bzw. der Istschlupfrate. Des weiteren kann die Giermomentsteuerungseinheit dafür vorgesehen sein, die Bremsdrucksteuerungseinheit im Ansprechen auf die Abweichung zu steuern, welche durch die Schlupfratenabweichungsberechnungseinheit berechnet worden ist.

Das System kann des weiteren eine Antriebskraftsteuerungseinheit haben für das Steuern einer Antriebskraft, welche an das Fahrzeug angelegt wird, sowie eine Geschwindigkeitsverringerungseinheit haben, für das Steuern von zumindest einer der nachfolgenden Einheiten nämlich der Bremsdrucksteuerungseinheit und der Antriebskraftsteuerungseinheit, um eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs im Ansprechen auf die Kippbewegung zu verringern, welche durch die Kipperfassungseinheit erfaßt worden ist, wenn die Kurvenbestimmungseinheit bestimmt, daß sich das Fahrzeug in Kurvenfahrt befindet. Die Giermomentsteuerungseinheit kann dafür vorgesehen sein, eines der zwei vorderen Fahrzeugarräder, welche sich an der Außenseite der Kurve des Fahrzeugbewegungspfades befindet, in Übereinstimmung mit dem Ergebnis der Kurvenbestimmungseinheit auszuwählen und die des weiteren dafür vorgesehen ist, den Bremsdruckregelheit zu steuern, um den Bremsdruck an eines der Vorderräder anzulegen, welches an der Außenseite der Kurve des Fahrzeugbewegungspfades angeordnet ist und zwar in Übereinstimmung mit der Kippbewegung, welche durch die Kipperfassungseinheit erfaßt worden ist.

Die Erfindung wird nachstehend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen näher erläutert, wobei gleiche Bezeichnungen gleiche Elemente bezeichnen.

Fig. 1 ist ein generelles Blockdiagramm, welches ein Fahrzeugbewegungssteuerungssystem gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt.

Fig. 2 ist ein schematisches Blockdiagramm eines Fahrzeugs, welches das Fahrzeugbewegungssteuerungssystem gemäß dem vorstehend genannten Ausführungsbeispiel umfaßt.

Fig. 3 ist ein Blockdiagramm, das ein Ausführungsbeispiel einer Hydraulikbremsdrucksteuerungseinheit zur Verwendung in dem vorstehend genannten Ausführungsbeispiel zeigt.

Fig. 4 ist eine Flußkarte, welche eine Hauptroutine der

DE 197 46 889 A 1

3

Fahrzeuggbewegungssteuerung gemäß dem vorstehend genannten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt.

Fig. 5 ist eine Flußkarte, die eine Unterroutine zur Berechnung eines Fahrzeuggkipps entsprechend dem vorstehend genannten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt.

Fig. 6 ist ein Diagramm, das für ein anderes Ausführungsbeispiel zur Berechnung des Fahrzeuggkipps gemäß dem vorstehend genannten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung vorgesehen ist.

Fig. 7 ist eine Flußkarte, die eine Unterroutine einer Lenkungssteuerung durch Bremung gemäß dem vorstehend genannten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt.

Fig. 8 ist eine Flußkarte, die eine Hydraulikdruckservosteuerung gemäß dem vorstehend genannten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt.

Fig. 9 ist ein Diagramm, das einen Bereich zur Bestimmung des Starts und des Endes der Übersteuerungs-Unterdrückungs-Steuerung gemäß dem vorstehend genannten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung zeigt.

Fig. 10 ist ein Diagramm, das einen Bereich zur Bestimmung des Starts und des Endes der Untersteuerungs-Unterdrückungs-Steuerung gemäß dem vorstehend genannten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt.

Fig. 11 ist ein Diagramm, welches die Beziehung zwischen den Druck-Steuerungsmodi und Parametern zur Verwendung in der Hydraulikbremssdrucksteuerung gemäß dem vorstehend genannten Ausführungsbeispiel zeigt.

Fig. 12 ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen einem Fahrzeugschlupfwinkel und einem Faktor zur Berechnung der Parameter gemäß dem vorstehend genannten Ausführungsbeispiel darstellt und

Fig. 13 ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen der Fahrzeuggkippbewegung und einem Faktor zur Korrektur einer gewünschten bzw. einer Sollschlupfrate für ein Vorderrad darstellt, welches sich an der Außenseite der Kurve des Fahrzeuggbewegungspfads befindet.

Mit Bezug auf die Fig. 1 wird schematisch ein Fahrzeuggbewegungssteuerungssystem gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt, wobei eine Bremskraft- bzw. eine Bremsdruckregelheit BC vorgesehen ist für das Regeln eines Bremsdrucks, der an jedes der Vorderräder FL, FR und Hinterräder RL, RR eines Fahrzeugs angelegt wird. Das System umfaßt eine Kipperfassungseinheit ID, welche ein Kippen einer Normalachse des Fahrzeugs zu deren Vertikalachse bzw. eine Neigung des Fahrzeugs erfaßt sowie eine Kurvenbestimmungseinheit TD, welche ein Kurvenzustand des Fahrzeugs einschließlich dessen Kurvenrichtung bestimmt. Eine Giermomentsteuerungseinheit YM ist vorgesehen, für das Steuern der Bremsdruckregelheit BC, um ein Giermoment in eine Richtung entgegen zu der Kurvenrichtung des Fahrzeugs zu erzeugen im Ansprechen auf das Kippen, welches durch die Kipperfassungseinheit ID erfaßt wird, wenn die Kurvenbestimmungseinheit TD bestimmt, daß sich das Fahrzeug in Kurvenfahrt befindet. Die Giermomentsteuerungseinheit YM kann dafür vorgesehen sein, eines der Vorderräder FL, FR auszuwählen, welches sich auf der Außenseite einer Kurve im Fahrzeuggbewegungspfad befindet und zwar in Übereinstimmung mit dem Ergebnis der Kurvenbestimmungseinheit und welche dafür vorgesehen ist die Bremsdruckregelungseinheit BC zu steuern, um den Bremsdruck an das eine der Vorderräder FL, FR anzulegen, welches sich an der Außenseite der Kurve bezüglich des Fahrzeuggbewegungspfades befindet, und zwar in Übereinstimmung mit dem Kippen, welches durch die Kipperfassungseinheit ID erfaßt

4

wird. Für die Kipperfassungseinheit ID können Fahrzeughöchsensozoren verwendet werden, wobei Gieratemsozoren und Ähnliches für die Kurvenbestimmungseinheit TD verwendet werden können.

Das Fahrzeuggbewegungssteuerungssystem kann des weiteren Radgeschwindigkeitssozoren wie S umfassen, von denen jedes eine Radgeschwindigkeit für jedes Fahrzeugrad erfaßt. Anschließend kann, wie durch die unterbrochenen Linien in der Fig. 1 dargestellt wird, die Giermomentsteuerungseinheit YM folgende Elemente aufweisen, eine Sollschlupfratenstelleinheit DS für das Einstellen bzw. Festlegen einer gewünschten bzw. einer Sollschlupfrate für jedes Fahrzeugrad im Ansprechen auf die Kippbewegung, welche durch die Kipperfassungseinheit ID erfaßt wird, eine aktuelle bzw. Istschlupfratenstelleinheit SP für das Messen einer aktuellen bzw. einer Istschlupfrate für jedes Fahrzeugrad und eine Schlupfratenabweichungsberechnungseinheit SD für das Berechnen einer Abweichung zwischen der Sollschlupfrate und der Istschlupfrate, so daß die Giermomentsteuerungseinheit YM dafür vorgesehen ist, die Bremsdruckregelheit BC zu steuern im Ansprechen auf die Abweichung, welche durch die Schlupfratenabweichungsberechnungseinheit SD berechnet wird.

Das Fahrzeuggbewegungssteuerungssystem kann ausgebildet sein durch die Bremsdruckregelheit BC, die Kipperfassungseinheit ID, die Kurvenbestimmungseinheit TD, eine Antreibskraftsteuererheit DR zur Steuerung einer Antriebskraft, welche auf das Fahrzeug aufgebracht wird und eine Geschwindigkeitsveränderungseinheit DC, welche die Bremsdruckregelheit BC und/oder die Antriebskraftsteuerungseinheit DR steuert, um eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs im Ansprechen auf die Kippbewegung zu Verringern, welche durch die Kipperfassungseinheit ID erfaßt wird, wenn die Kurvenbestimmungseinheit TD bestimmt, daß sich das Fahrzeug in Kurvenfahrt befindet.

Insbesondere werden die Einzelheiten des Ausführungsbeispiels das in der Fig. 1 dargestellt ist, in den Fig. 2 bis 13 dargestellt. Wie in der Fig. 2 gezeigt wird hat das Fahrzeug einen Motor IG, der mit einer Kraftstofffeinspritzeinrichtung

PI sowie einer Drosselsteuerungseinrichtung DH versehen ist, welche dafür vorgesehen ist, eine Hauptdrosselöffnung eines Hauptdrosselventils MT im Ansprechen auf den Betrieb eines Beschleunigungsventils AP zu steuern. Die Drosselsteuerungseinrichtung DH hat ein Nebendrosselventil ST, welches im Ansprechen auf ein Ausgangssignal einer elektronischen Steuereinheit ECU betätigt wird, um eine Nebendrosselöffnung zu regeln. Des weiteren wird die Kraftstofffeinspritzeinrichtung PI im Ansprechen auf ein Ausgangssignal der elektronischen Steuereinheit ECU betätigt, um den Kraftstoff, welcher in den Motor IG eingespritzt wird, zu regeln. Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Motor EG mit den Hinterrädern RL, RR über ein Getriebe GS sowie ein Differenzialgetriebe DF verbunden, um ein Heckantriebssystem zu schaffen, wobei jedoch die vorliegende Erfindung nicht auf das genannte Heckantriebssystem begrenzt ist. Das Rad FL bezeichnet das Rad an der vorderen linken Seite geschen von der Position eines Fahrersitzes aus, das Rad FR bezeichnet das Rad an der vorderen rechten Seite, das Rad RL bezeichnet das Rad an der hinteren linken Seite und das Rad RR bezeichnet das Rad an der rechten hinteren Seite.

Mit Bezug auf ein Brennssystem gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel sind Radbremszylinder WF, WFR, WFL, WRL an den Vorderrädern FL, FR und den Hinterrädern RL, RR des Fahrzeugs jeweils wirksam, wobei jeder an eine Hydraulikbremssdruckregelungseinheit PC fließend geschlossen ist. Die Druckregelungseinheit PC kann in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ausgeführt sein, wie in der Fig.

DE 197 46 889 A 1

3 dargestellt ist, welche im nachfolgenden im einzelnen erläutert wird.

Wie in der Fig. 2 dargestellt wird, sind an den Rädern FL, FR, RL, RR jeweils Radgeschwindigkeitssensoren WS1 bis WS4 angeordnet, welche an eine elektronische Steuerungseinheit ECU angeschlossen sind und durch welche ein Signal mit Impulsen proportional zu einer Rotationsgeschwindigkeit jedes Rades, d. h., ein Radgeschwindigkeitssignal zu der elektronischen Steuerungseinheit ECU gesendet wird. HöhenSENSoren HS1 bis HS4 sind für die Räder jeweils vorgesehen, um eine Höhe bzw. ein Höhenabstand des Fahrzeugs vom Untergrund jedes Rads zu erfassen, wobei das Erfassungssignal ständig an die elektronische Steuerungseinheit ECU ausgegeben wird. Des Weiteren sind ein Bremschalter BS, welcher sich einschaltet, wenn das Bremspedal BP niedergedrückt wird und welcher sich ausschaltet, wenn das Bremspedal BP freigegeben wird, ein vorderer Lenkungswinkelssensor SSF für das Erfassen eines Lenkungswinkels δ_f der Vorderräder FL, FR, ein Seitenbeschleunigungssensor YG für das Erfassen einer Fahrzeugeitebeschleunigung sowie ein Gieratensensor YS für das Erfassen einer Gierrate des Fahrzeugs vorgesehen. Diese Sensoren sind elektrisch an die elektronische Steuerungseinheit ECU angeschlossen. Bezüglich des Gieratensors YS wird eine Änderungs- bzw. Variante des Rotationswinkels des Fahrzeugs um eine Normale durch den Gravitationsmittelpunkt des Fahrzeugs, d. h., eine Gierwinkelgeschwindigkeit oder Gierrate γ erfaßt und der elektronischen Steuerungseinheit ECU zugeführt. Die Gierrate γ kann auf der Basis einer Radgeschwindigkeitsdifferenz Vfd zwischen den Radgeschwindigkeiten von nicht angetriebenen Rädern berechnet werden (Radgeschwindigkeiten VwFL, VwFR der Vorderräder FL, FR gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel), d. h., $VFD = VwFL - VwRR$, so daß auf den Gieratensor YS verzichtet werden kann. Darüber hinaus kann zwischen den Rädern RL und RR eine Lenkwinkelsteuerungseinrichtung (nicht gezeigt) vorgesehen sein, welche einem Motor (nicht gezeigt) ermöglicht, einen Lenkungswinkel der Räder RL, RR im Ansprechen auf das Ausgangssignal der elektronischen Steuerungseinheit ECU zu steuern.

Wie in der Fig. 2 dargestellt wird, ist die elektronische Steuerungseinheit ECU mit einem Mikrocomputer CMP versehen, welcher die folgenden Bauteile aufweist, eine zentrale Prozeßeinheit oder CPU, ein Read-only-Speicher oder ROM, ein Random-access-Speicher oder RAM, ein Eingangsanschluß IPT sowie ein Ausgangsanschluß OPT usw. Die Signale, welche durch jeden der Radgeschwindigkeitssensoren WS1 bis WS4, den Bremschalter BS, den vorderen Lenkungswinkelssensor SSF, den Gieratensor YS und den Seitenbeschleunigungssensor YG erfaßt werden, werden an den Eingangsanschluß IPT über jeweilige Verstärkerschaltungen AMP angelegt und anschließend der zentralen Prozeßeinheit CPU zugeführt. Anschließend werden Sicherungssignale von dem Ausgangsanschluß OPT zu der Drosselsteuerungseinrichtung TH und Hydraulikdrucksteuerungseinrichtung PC über jeweilige Treiberschaltungen ACT angelegt.

In dem Mikrocomputer CMP speichert der Read-only-Speicher ROM ein Programm entsprechend den Flusskarten, welche in den Fig. 4 bis 8 dargestellt sind, wobei die zentrale Prozeßeinheit CPU das Programm ausführt, während der Start- bzw. Zündschalter (nicht gezeigt) geschlossen wird, und wobei der Random-access-Speicher RAM zeitweise variable Informationen oder Daten abspeichert, welche zur Ausführung des Programms erforderlich sind. Eine Mehrzahl von Microcomputern können für jede Steuerung wie beispielsweise die Drosselsteuerung vorgesehen sein oder können vorgesehen sein für das Ausführen verschiede-

ner Steuerungen und die elektrisch miteinander verbunden sind.

Die Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine Hydraulikbremsdruckgeleitrichtung PC, welche folgende Elemente hat: Einen Hauptzylinder MC sowie einen Hydraulikverstärker HB, die im Ansprechen auf das Niederdrücken des Bremspedals BP aktiviert werden. Der Hydraulikverstärker HB ist an eine Hilfsdruckquelle AP angeschlossen, wobei beide an ein Niederdrucktank RS angeschlossen sind, an welchen ferner auch der Hauptzylinder MC angeschlossen ist. Die Hilfsdruckquelle AP umfaßt eine Hydraulikdruckpumpe HP sowie einen Speicher AC. Die Pumpe HP wird durch einen elektrischen Motor M angetrieben, um ein Bremsfluid innerhalb des Tanks RS unter Druck zu setzen, um das druckbeaufschlagte Bremsfluid bzw. den Hydraulikbremsdruck durch ein Rückschlagventil CV6 in den Speicher AC zu entspannen, um diesen darin zu speichern. Der elektrische Motor M beginnt seinen Betrieb, wenn der Druck innerhalb des Speichers AC unterhalb eines vorbestimmten unteren Grenzwertes absinkt und stoppt den Betrieb, wenn der Druck innerhalb des Speichers AC angestiegen ist, um einen vorbestimmten oberen Grenzwert zu überschreiten. Ein Überdruckventil KV ist zwischen dem Speicher AC und dem Tank RS vorgesehen. Folglich ist es derart angeordnet, daß ein sogenannter Leistungsdruck in geeigneter Weise von dem Speicher AC zu dem Hydraulikverstärker HB Förderbar ist. Der Hydraulikverstärker HB empfängt den Hydraulikbremsdruck, welcher von der Hilfsdruckquelle AP abgegeben wird und regelt diesen auf einen Verstärkungsdruck proportional zu einem Steuerdruck, welcher von dem Hauptzylinder MC abgegeben wird, und welcher folglich durch den Verstärkerdruck verstärkt wird. In einem Hydraulikdruckkreis für das Anschließen des Hauptzylinders MC mit jedem der vorderen Radbremszylinder Wf, Wfl sind Solenoidventile SA1 und SA2 angeordnet, welche an Solenoidventile PC1, PC5 und Solenoidventile PC2, PC6 über Steuerkanäle Pfr und Pfl jeweils angeschlossen sind. In den Hydraulikdruckkreisen für das Anschließen des Hydraulikverstärkers HB mit jedem der Radbremszylinder Wrl usw. sind ein Solenoidventil SA3, Solenoidventile PC1-PC8 zur Verwendung bei der Regelung der Abgabe und Entspannung des Bremsfluids angeordnet, wobei ein Proportionaldruckverringerventil PV auf Seiten der Hinterräder angeordnet ist. Schließlich ist die Hilfsdruckquelle AP an die stromabwärtsige Seite des Solenoidventils SA3 über ein Solenoidventil STR angeschlossen. Die Hydraulikkreise sind in ein Vorderkreissystem und ein Hinterkreissystem unterteilt, wie in der Fig. 3 gezeigt wird, um ein vorderes und hinteres Zweikreissystem gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auszubilden, wohingegen natürlich auch ein Doppelkreissystem angewendet werden kann.

Mit Bezug auf das vordere Hydraulikdruckkreis sind die Solenoidventile PC1 und PC2 an das Solenoidventil STR angeschlossen, welches ein zwei Anschlüsse zwei Stellungs-solenoidbetätigtes Ventil von normalerweise geschlossener Bauart darstellt und beflügbar ist, um die Solenoidventile PC1 und PC2 direkt mit dem Speicher AC fluidzuverbinden. Die Solenoidventile SA1 und SA2 sind jeweils ein drei Anschlüsse zwei Stellungs-solenoidbetätigtes Ventil, welches in einer ersten Betätigungsposition gemäß der Fig. 3 platziert ist, wenn es nicht erregt ist, durch welches jeder der Radbremszylinder Wf und Wfl mit dem Hauptzylinder MC1 verbunden wird. Wenn die Solenoidventile SA1 und SA2 erregt werden, dann werden sie in deren zweite Betriebspositionen jeweils platziert, in welchen beide der Radbremszylinder Wf und Wfl mit dem Hauptzylinder MC1 verbunden werden, wohin-

DE 197 46 889 A 1

7

gegen der Radbremszylinder Wfr mit den Solenoidventilen PC1 und PCS verbunden wird und der Radbremszylinder Wfl mit den Solenoidventilen PC2 und PC6 jeweils verbunden wird. Parallel zu den Solenoidventilen PC1 und PC2 sind jeweils Rückschlagventile CV1 und CV2 angeordnet. Die Einlaßseite des Rückschlagventils CV1 ist an den Kanal Pfr angeschlossen, wohingegen die Einlaßseite des Rückschlagventils CV2 an den Kanal Pf1 angeschlossen ist. Das Rückschlagventil CV1 ist dafür vorgesehen, um die Strömung des Brennfluids in Richtung zu dem Hydraulikverstärker HB zu lassen und die umgekehrte Strömung zu verhindern. In dem Fall, in welchem das Solenoidventil SA1 erregt wird, um in dessen zweite Position plaziert zu werden, wird folglich für den Fall, daß das Bremspedal BP freigegeben wird, der Hydraulikdruck in dem Radbremszylinder Wfr schnell auf den Druck reduziert, welcher von dem Hydraulikverstärker HB abgegeben wird. Das Rückschlagventil CV2 ist in der gleichen Weise wie das Rückschlagventil CV1 angeordnet.

Mit Bezug zu dem hinteren Hydraulikdruckkreis ist das Solenoidventil SA3 ein zwei Anschlüsse zwei Stellungs-solenoidbetätigtes Ventil, welches, wie in der Fig. 3 dargestellt ist, normalerweise geöffnet ist, so daß die Solenoidventile PC3 und PC4 mit dem Hydraulikverstärker HB über das Proportionalventil PV fluidverbunden sind. In diesem Fall wird das Solenoidventil STR in dessen geschlossener Stellung positioniert, um die Verbindung mit dem Speicher AC zu unterbrechen. Wenn das Solenoidventil SA3 erregt wird, dann wird es in dessen geschlossener Stellung plaziert, in welcher beide Solenoidventile PC3 und PC4 an einer Verbindung mit dem Hydraulikverstärker HB gehindert werden, wohingegen sie mit dem Solenoidventil STR über das Proportionalventil PV verbunden werden, so daß sie mit dem Speicher AC fluidverbunden sind, wenn das Solenoidventil STR erregt wird. Parallel zu den Solenoidventilen PC3 und PC4 sind jeweils Rückschlagventile CV3 und CV4 angeordnet. Die Einlaßseite des Rückschlagventils CV3 ist an den Radbremszylinder WRR angeschlossen, wohingegen die Einlaßseite des Rückschlagventils CV4 an den Radbremszylinder Wrl angeschlossen ist. Die Rückschlagventile CV3 und CV4 sind dafür vorgesehen, um die Strömung des Brennfluids in Richtung zu dem Solenoidventil SR3 zu erlauben, jedoch die umgekehrte Strömung zu verhindern. Falls das Bremspedal BP freigegeben wird, wird folglich der Hydraulikdruck in jedem der Radbremszylinder Wrl, Wrl schnell auf den Druck reduziert, welcher von dem Hydraulikverstärker HB abgegeben wird. Darüberhinaus ist das Rückschlagventil CV5 parallel zu dem Solenoidventil SA3 angeordnet, so daß das Brennfluid von dem Hydraulikverstärker HB zu den Radbremszylindern im Ansprechen auf das Niederdrücken des Bremspedals BP zugeführt werden kann.

Die vorstehend beschriebenen Solenoidventile SA1, SA2, SA3, STR und Solenoidventile PC1-PC8 werden durch die elektronische Steuerungseinheit ECU gesteuert, um verschiedene Steuerungsmodi zur Steuerung der Stabilität des Fahrzeugs zu erhalten, wie beispielsweise die Lenkungssteuerung durch Bremsen, Antischlupfsteuerung, Antiblockiersteuerung und andere verschiedene Steuerungsmodi. Wenn beispielsweise bestimmt wird, daß eine exzessive Übersteuerung während einer Kurvenfahrt auftritt, dann wird eine Bremskraft bzw. ein Bremsdruck an ein vorderes Rad angelegt, welches an der Außenseite der Kurve des Fahrzeugs fädes beispielsweise angeordnet ist, um ein Moment zu erzeugen, welches das Fahrzeug dazu zwingt, in die Richtung zur Außenseite der Kurve hin sich zu drehen, d. h., ein auswärtsorientiertes Moment und zwar in Übereinstimmung mit einer Übersteuerungsunterdrückungssteuerung,

8

welche als eine Fahrzeugstabilitätssteuerung bezeichnet werden kann. Wenn bestimmt wird, daß ein exzessives Untersteuern auftritt während sich das Fahrzeug in einer Kurvenbewegung befindet, dann wird beispielsweise der Bremsdruck bzw. die Bremskraft an ein Vorderrad angelegt, welches sich an der Außenseite der Kurve befindet und des weiteren an beide Hinterräder angelegt, um ein Moment zu erzeugen, welches das Fahrzeug dazu zwingt, sich in die Richtung zur Innenseite der Kurve hin zu drehen, d. h., ein einwärtsorientiertes Moment, und zwar in Übereinstimmung mit einer Untersteuerungsunterdrückungssteuerung, welche als eine Spurhaltesteuerung bezeichnet werden kann. Die vorstehend beschriebene Übersteuerungsunterdrückungssteuerung sowie die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung können insgesamt als eine Lenkungssteuerung durch Bremsung bezeichnet werden.

Wenn folglich die Lenkungssteuerung durch Bremsung, welche ausgeführt werden kann ungescheit eines Niederdrückens des Bremspedals BP, durchgeführt wird, dann wird der Hydraulikdruck nicht von dem Hydraulikverstärker HB und dem Hauptzylinder MC abgegeben. Aus diesem Grunde werden die Solenoidventile SA1 und SA2 in deren zweite Stellungen plaziert, das Solenoidventil SA3 wird in dessen geschlossener Position plaziert und schließlich wird das Solenoidventil STR in dessen offener Position plaziert, so daß der Leistungsdruck an den Radbremszylinder Wfr u.s.w. abgegeben werden kann und zwar durch das Solenoidventil STR und jedem der Solenoidventile PC1-PC8, welche in deren offenen Positionen plaziert sind. Folglich wird durch die Solenoidventile PC1-PC8, welche erregt oder entregt werden, der Hydraulikdruck in jedem Radzylinder in einer Druckschnellerhöhungszone schnell erhöht, in einer Druckimpulserhöhungszone graduell erhöht, in einer Druckimpulsverringerungszone graduell verringert, in einer Druckschnellverringerungszone schnell verringert und in einer Druckhaltezone gehalten, so daß die Übersteuerungsunterdrückungssteuerung und/oder die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung ausgeführt werden kann, wie vorstehend bereit ausgeführt wurde.

Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel, das wie vorstehend beschrieben ausgeführt ist, wird eine Programmroutine für die Fahrzeugbewegungssteuerung einschließlich der Lenkungssteuerung durch Bremsung, der Antischlupfsteuerung bzw. Antiblockiersteuerung u.s.w. durch die elektronische Steuerungseinheit ECU ausgeführt, wie nachfolgend noch mit Bezug auf die Fig. 4 bis 8 beschrieben wird. Die Programmroutine startet, wenn ein Zündschalter (nicht gezeigt) eingeschaltet wird. Zu Beginn erzeugt das Programm für die Fahrzeugbewegungssteuerung, wie es in der Fig. 4 dargestellt ist, eine Initialisierung des Systems in Schritt 101, um verschiedene Daten und Informationen zu löschen. In Schritt 102 werden Signale, welche durch die Radgeschwindigkeitssensoren WS1 bis WS4 erfaßt und abgegeben werden, durch die elektronische Steuerungseinheit ECU eingelesen, wobei diese ferner das Signal (Lenkungswinkel δ °), welches durch den vorderen Lenkungswinkelsensor SSF erfaßt und abgegeben wird, das Signal (Istigerate $\dot{\gamma}$), welches durch den Gierratensensor YS erfaßt und abgegeben wird, das Signal (aktuelle Seitenbeschleunigung YG), welches von dem Seitenbeschleunigungssensor YG erfaßt und abgegeben wird sowie das Signal (Fahrzeughöhe HFL u.s.w.), welches von den Höhensensoren HS1-HS4 erfaßt und abgegeben wird, einliest.

Anschließend schreitet das Programm zu Schritt 103 fort, in welchem die Radgeschwindigkeit $V_{w^{**}}$ (** reziproker eines der Räder FL, FR, RL und RR) jedes Rads berechnet wird, wobei die geschätzte Fahrzeuggeschwindigkeit V_{so} ($= \text{MAX}(V_{w^{**}})$), eine geschätzte Fahrzeuggeschwindigkeit

DE 197 46 889 A 1

9

V_{so}^{**} für jedes Rad jeweils berechnet wird und zwar auf der Basis der Radgeschwindigkeit V_w^{**} in Schritt 104. Die geschätzte Fahrzeuggeschwindigkeit V_{so}^{**} kann normalisiert werden, um den Fehler zu verringern, welcher durch eine Differenz zwischen den Rädern, welche an der Innenseite und Außenseite einer Kurve während einer Kurvenfahrt platziert werden, verursacht wird. In Schritt 105 wird ferner eine aktuelle Schlupfrate bzw. eine Istschlupfrate S_a^{**} auf der Basis der Radgeschwindigkeit V_w^{**} für jedes Rad und der geschätzten Fahrzeuggeschwindigkeit V_{so} (oder der geschätzten und normalisierten Fahrzeuggeschwindigkeit N_{so}^{**}) berechnet, welche in den Schritten 103 bzw. 104 berechnet werden, und zwar in Übereinstimmung mit der nachfolgenden Gleichung:

$$S_a^{**} = (V_{so} - V_w^{**}) / V_{so}$$

Des Weiteren kann die geschätzte Fahrzeuggeschwindigkeit V_{so}^{**} , die in Schritt 104 erhalten worden ist, differenziert werden, um eine Fahrzeuggeschwindigkeitsbeschleunigung D_{so}^{**} zu erhalten. Auf der Basis dieser Fahrzeuggeschwindigkeitsbeschleunigung D_{so}^{**} und der Istschlupfrate S_a^{**} wird der Seitenbeschleunigungssensor Y_G , welche durch den Seitenbeschleunigungssensor Y_G erfasst worden ist, kann der Reibungskoeffizient μ^{**} für jedes Rad gegenüber einer Straßenoberfläche entsprechend der nachfolgenden Gleichung berechnet werden:

$$\mu^{**} = (D_{so}^{**2} + G_{y_a}^2)^{1/2}$$

Um den Reibungskoeffizienten gegenüber der Straßenoberfläche zu erfassen, können verschiedene Verfahren unterschiedlich zu dem vorstehend beschriebenen Verfahren vorgehen sein, wie beispielsweise ein Sensor für das direkte Erfassen des Reibungskoeffizienten gegenüber der Straßenoberfläche zum Beispiel.

Das Programm schreitet dann zu Schritt 106 fort, in welchem ein Rollwinkel θ berechnet wird, um die Fahrzeuggeschwindigkeit bzw. die Fahrzeuggeschwindigkeitsbeschleunigung darzustellen, welche nachfolgend mit Bezug auf die Fig. 5 näher beschrieben wird. Anschließend wird in Schritt 107 eine Fahrzeuggeschlupfwinkelgeschwindigkeit $D \beta$ berechnet, wobei ein Fahrzeuggeschlupfwinkel β in Schritt 108 errechnet wird. Dieser Fahrzeuggeschlupfwinkel β ist ein Winkel, welcher einem Fahrzeuggeschlupf gegenüber des Fahrzeuggeschwindigkeitspfads entspricht und welcher wie folgt abgeschätzt werden kann. Das heißt, das zu Beginn die Fahrzeuggeschlupfwinkelgeschwindigkeit $D \beta$, welche einen differenzierten Wert des Fahrzeuggeschlupfwinkels β darstellt, in Schritt 107 gemäß der nachfolgenden Gleichung berechnet wird:

$$D \beta = G_y / V_{so} - \gamma$$

Anschließend wird der Fahrzeuggeschlupfwinkel β in Schritt 108 gemäß der nachfolgenden Gleichung berechnet:

$$\beta = \lfloor (G_y / V_{so} - \gamma) \rfloor$$

wobei "Gy" die Seitenbeschleunigung des Fahrzeugs ist, "Vso" die geschätzte Fahrzeuggeschwindigkeit des Fahrzeugs ist, die an dessen Gravitationsmittelpunkt gemessen wird und "γ" die Gierrate ist. Der Fahrzeuggeschlupfwinkel β kann berechnet werden entsprechend der nachfolgenden Gleichung:

$$\beta = \tan^{-1} (V_y / V_x)$$

wobei "Vx" eine Fahrzeuggeschwindigkeit ist und "Vy" eine Fahrzeuggeschwindigkeit ist.

10

Anschließend schreitet das Programm zu Schritt 109 fort, in welchem der Betrieb der Lenkungssteuerung durch Bremsung ausgeführt wird, um eine gewünschte Schlupfrate bzw. eine Sollschlupfrate für die Verwendung in der Lenkungssteuerung durch Bremsung zu erhalten, wobei der Bremsdruck, welcher an jedes Rad angelegt wird, in Schritt 117 gesteuert wird und zwar durch die Hydraulikdruckervosteuerung, welche nachfolgend noch näher beschrieben wird, so daß die Drucksteuerungseinrichtung PC im Ansprechen auf den Zustand des in Bewegung sich befindlichen Fahrzeugs gesteuert wird. Die Lenkungssteuerung durch Bremsung ist jeder Steuerung hinzuzufügen, welche in allen der Steuerungsmodi gemäß nachfolgender Beschreibung durchgeführt wird. Die spezielle Initialsteuerung kann ausgeführt werden bevor die Lenkungssteuerung durch Bremsung beginnt und kann ferner ausgeführt werden, bevor die Schlupfsteuerung begonnen wird, jedoch sollte diese beendet werden unmittelbar nach dem die Antiblockiersteuerung begonnen hat. Anschließend schreitet das Programm zu Schritt 110 fort, in welchem bestimmt wird, ob die Bedingung für den Start der Antiblockiersteuerung erfüllt wird oder nicht. Falls bestimmt wird, daß die Bedingung bzw. der Zustand sich in dem Antiblockiersteuerungsmodus befindet, dann wird die spezifische Initialsteuerung unmittelbar in Schritt 111 beendet, wo ein Steuerungsmodus gestartet wird, welcher sowohl die Lenkungssteuerung durch Bremsung als auch die Antiblockiersteuerung ausführt.

Falls in Schritt 110 bestimmt wird, daß die Bedingung für das Initialisieren der Antiblockiersteuerung nicht erfüllt worden ist, dann schreitet das Programm zu Schritt 112 fort, in welchem bestimmt wird, ob die Bedingung für das Initialisieren der Front- und Heckbremsdruckverteilungssteuerung erfüllt wird oder nicht. Falls die Bestimmung in Schritt 112 bejahend ist, so schreitet das Programm zu Schritt 113 weiter fort, in welchem ein Steuerungsmodus zur Ausführung sowohl der Lenkungssteuerung durch Bremsung als auch der Bremsdruckverteilungssteuerung ausgeführt wird, wobei ansonsten das Programm zu Schritt 114 fortsetzt, in welchem bestimmt wird, ob die Bedingung für das Initialisieren der Schlupfsteuerung erfüllt wird oder nicht. Falls die Bedingung für das Initialisieren der Schlupfsteuerung erfüllt wird, dann schreitet das Programm zu Schritt 115 fort, in welchem ein Steuerungsmodus ausgetauscht wird, für das Durchführen sowohl der Lenkungssteuerung durch Bremsung als auch der Schlupfsteuerung. Ansonsten wird ein Steuerungsmodus für das Ausführen lediglich der Lenkungssteuerung durch Bremsung in Schritt 116 festgesetzt. Auf der Basis der Steuerungsmodi, welche in der vorstehend beschriebenen Weise eingestellt worden sind, wird die Hydraulikdruckervosteuerung in Schritt 117 ausgeführt, wobei anschließend das Programm zu Schritt 102 zurückkehrt.

In Übereinstimmung mit den Steuerungsmodi, welche in den Schritten 111, 113, 115 und 116 eingestellt worden sind, kann der Nebendrosselöffnungswinkel für die Drosselsteuerungseinrichtung TH eingestellt werden im Ansprechen auf den Zustand des in Bewegung sich befindlichen Fahrzeugs, so daß die Ausgangsteistung des Motors EG verringert werden kann, um die hierdurch erzeugte Antriebskraft zu begrenzen.

Entsprechend dem vorstehend beschriebenen Antiblockiersteuerungsmodus wird der Bremsdruck, der an jeder Fahrzeuggard angelegt wird, gesteuert bzw. geregelt, um das Rad an einem Blockierzustand zu hindern, während sich das Fahrzeug in einem Bremsbetrieb befindet. Bei dem Front-Heck-Bremsdruckverteilungssteuerungsmodus wird eine Verteilung zwischen dem Bremsdruck, der an die Hinterräder angelegt wird und dem Bremsdruck, der an die Vorderräder angelegt wird, derart gesteuert, daß die Fahrzeuggeschwindigkeit

DE 197 46 889 A 1

11

12

list aufrecht erhalten wird, während sich das Fahrzeug in einem Bremsbetrieb befindet. Des Weiteren wird in dem Schlupfsteuerungsmodus der Bremsdruck an das Antriebsrad angelegt und die Drosselsteuerung ausgeführt, um zu verhindern, daß das Antriebsrad während eines Fahrbetriebes des Fahrzeuges schlüpft.

Die Fig. 5 zeigt eine Flusskarte zur Berechnung der Fahrzeuggipfbewegung bzw. des Fahrzeuggippens (dem Rollwinkel θ) durchgeführt in Schritt 106 gemäß der Fig. 4, wobei ein Mittelwert für die Differenz zwischen der Höhe an dem rechten vorderen Rad und der Höhe an dem linken vorderen Rad (HFR - HFL) und die Differenz zwischen der Höhe an dem rechten vorderen Rad und der Höhe an dem linken vorderen Rad (HFR - HFL) berechnet wird, um eine rechte und linke mittlere Höhendifferenz (ΔH) in Schritt 201 zu erhalten. Auf der Basis der Differenz (ΔH) wird der Rollwinkel θ , welcher Stellvertretend für die Fahrzeuggipfung ist, in Schritt 202 gemäß der Fig. 5 entsprechend der nachfolgenden Gleichung berechnet:

$$\Delta H = [(HFR - HFL) + (HRR - HFL)]/2$$

wobei "T" ein Profil bezeichnet.

Alternativ hierzu kann der Rollwinkel θ erhalten werden auf der Basis der Seitenbeschleunigung G_y da eine Linearität zwischen der Seitenbeschleunigung G_y und der Fahrzeuggipfung (dem Rollwinkel θ) besteht, wie dies in der Fig. 6 gezeigt wird. Das Programm kann derart angelegt sein, daß im voraus zu der Berechnung, welche in Schritt 201 durchgeführt wird, mittels des Gierratzensensors YF beispielweise bestimmt wird, ob sich das Fahrzeug in einer Kurvenfahrt befindet oder nicht, wobei das Programm derart ausgebildet ist, daß dann, falls bestimmt wird, daß sich das Fahrzeug in Kurvenfahrt befindet, das Programm zu Schritt 201 fortfährt, wohingegen andererseits das Programm zu der Routine gemäß der Fig. 4 zurückkehrt.

Die Fig. 7 zeigt eine Flusskarte für das Einstellen gewünschter Schlupfraten, welche in Schritt 109 gemäß der Fig. 4 erhalten worden sind, für den Betrieb der Lenkungssteuerung durch Bremsung welche die Übersteuerungsunterdrückungssteuerung sowie die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung umfaßt. Durch diese Flusskarte werden folglich die gewünschten Schlupfraten in Übereinstimmung mit der Übersteuerungsunterdrückungssteuerung und/oder der Untersteuerungsunterdrückungssteuerung eingestellt. Zu Beginn wird eine Startzone, welche nachfolgend noch im einzelnen beschrieben wird, in Schritt 300 festgelegt. Anschließend wird in Schritt 301 bestimmt, ob die Übersteuerungsunterdrückungssteuerung ausgeführt oder beendet werden soll wobei des Weiteren in Schritt 302 bestimmt wird, ob die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung gestartet oder beendet werden soll. Insbesondere wird die Bestimmung in Schritt 301 ausgeführt auf der Basis der Bestimmung, ob man sich innerhalb einer Steuerungszone befindet, welche durch Schraffieren auf einer β - D β -Ebene gekennzeichnet ist, wie dies in der Fig. 9 dargestellt wird. D.h., falls sich der Fahrzeugschlupfwinkel β sowie die Fahrzeugschlupfwinkelgeschwindigkeit $D\beta$, welche bei der Bestimmung des Starts oder der Beendigung berechnet werden, in diese Steuerungszone fallen, dann wird die Übersteuerungsunterdrückungssteuerung gestartet. Wenn jedoch der Fahrzeugschlupfwinkel β sowie die Fahrzeugschlupfwinkelgeschwindigkeit $D\beta$ aus der Steuerungszone hervortreten, dann wird die Übersteuerungsunterdrückungssteuerung derart gesteuert, wie dies durch den Pfeil in der Fig. 9 dargestellt ist, um diese hierdurch zu beenden. Aus diesem Grunde entspricht die Grenze zwischen der Steuerungszone und der nicht Steuerungszone, (welche durch eine zwei-

strichpunktierte Linie wie in der Fig. 9 dargestellt wird) der Grenze der Startzone, welche in Schritt 300 festgesetzt wird, so daß die Position der Grenze in Übereinstimmung mit dem Rollwinkel θ eingestellt wird. Des Weiteren wird die Bremskraft, welche an jedes Rad angelegt wird in einer solchen Weise geregelt daß je weiter sie sich von der Grenze zwischen der Steuerungszone und der nicht Steuerungszone entfernen (zweistrichpunktierte Linie in der Fig. 9) und zwar in Richtung der Steuerungszone desto größer wird der 10 erhaltenen Betrag an Steuerung.

Andererseits wird die Bestimmung bezüglich des Starts und der Beendigung in Schritt 302 ausgeführt auf der Basis der Bestimmung, ob man sich innerhalb der Steuerungszone befindet, welche durch Schraffur in der Fig. 10 angezeigt wird. D.h., falls in Übereinstimmung mit der Änderung der aktuellen Seitenbeschleunigung G_y gegenüber einer gewünschten Seitenbeschleunigung G_y diese aus dem gewünschten bzw. dem Sollzustand fällt, wie durch eine strichpunktuierte Linie angezeigt wird und hierbei in die Steuerungszone fällt, dann wird die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung gestartet. Falls er aus der Zone hervaustritt, dann wird die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung derart gesteuert, wie dies durch den Pfeil in der Fig. 10 angezeigt wird, um hierdurch beendet zu werden.

Anschließend schreitet das Programm zu Schritt 303 fort, wo bestimmt wird, ob die Übersteuerungsunterdrückungssteuerung ausgeführt werden soll oder nicht. Falls die Übersteuerungsunterdrückungssteuerung nicht ausgeführt werden soll, dann schreitet das Programm zu Schritt 304 fort, in welchem bestimmt wird, ob die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung ausgeführt werden soll oder nicht. In dem Fall, in welchem die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung nicht ausgeführt werden soll, kehrt das Programm zu der Hauptroutine zurück. In dem Fall, in welchem in Schritt 304 bestimmt wird, daß die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung ausgeführt werden soll, schreitet das Programm zu Schritt 305 fort, in welchem die gewünschte Schlupfrate für jedes Rad auf eine Sollschlupfrate festgesetzt wird, welche zur Verwendung bei der Untersteuerungsunterdrückungssteuerung vorgesehen ist. Falls in Schritt 303 bestimmt wird, daß die Übersteuerungsunterdrückungssteuerung ausgeführt werden soll, dann schreitet das Programm zu Schritt 306 fort, in welchem bestimmt wird, ob die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung ausgeführt wird oder nicht. In dem Fall, in welchem die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung nicht ausgeführt wird, schreitet das Programm zu Schritt 307 fort, in welchem die Sollschlupfrate für jedes Rad auf eine gewünschte Schlupfrate gesetzt wird, welche zur Verwendung bei der Übersteuerungsunterdrückungssteuerung vorgesehen ist. In dem Fall, in welchem in Schritt 306 bestimmt wird, daß die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung ausgeführt wird, schreitet das Programm zu Schritt 309 fort, in welchem die Sollschlupfrate für jedes Rad auf eine gewünschte Schlupfrate gesetzt wird, welche für die Verwendung sowohl bei der Übersteuerungsunterdrückungssteuerung als auch der Untersteuerungsunterdrückungssteuerung vorgesehen ist.

Mit Bezug auf die gewünschte Schlupfrate zur Verwendung bei der Übersteuerungsunterdrückungssteuerung, welche in Schritt 307 festgesetzt wird, werden der Fahrzeugschlupfwinkel β sowie die Fahrzeugschlupfwinkelgeschwindigkeit $D\beta$ verwendet. Mit Bezug auf die gewünschte Schlupfrate zur Verwendung bei der Untersteuerungsunterdrückungssteuerung wird eine Differenz zwischen der Sollseitenbeschleunigung G_y und der Ist-Seitenbeschleunigung G_y verwendet. Die Sollseitenbeschleunigung G_y wird berechnet in Übereinstimmung mit den nachfolgenden Gleichungen:

DE 197 46 889 A 1

13

14

$$Gyt = \gamma(\theta f) \cdot Vso;$$

$$\gamma(\theta f) = (\theta f / N \cdot L) \cdot Vso / (1 + Kh \cdot Vso^2)$$

wobei "Kh" ein Stabilitätsfaktor ist, "N" ein Lenkungsübersetzungsverhältnis ist und "L" ein Radstand des Fahrzeugs ist.

In Schritt 305 wird die gewünschte Schlupfrate eines Vorderrads, welches sich an der Außenseite der Kurve des Fahrzeugweges anordnet, als "Stufo" festgesetzt, die gewünschte Schlupfrate eines Hinterrads, welches sich an der Außenseite der Kurve anordnet, als "Sturo" festgesetzt und die gewünschte Schlupfrate eines Rades, welches sich an der Innenseite der Kurve anordnet, als "Sturi" festgesetzt. Hinsichtlich der Schlupfrate bezeichnet "t" einen gewünschten Wert, der vergleichbar ist, mit einem gemessenen aktuellen Wert, der durch das Zeichen "a" gekennzeichnet ist. Schließlich bezeichnet das Zeichen "u" die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung, "r" bezeichnet das Hinterrad, "o" bezeichnet die Außenseite der Kurve und "i" bezeichnet die Innenseite der Kurve. In Schritt 307 wird die gewünschte Schlupfrate des Vorderrads, welches sich an der Außenseite der Kurve anordnet, als "Stefo" festgesetzt, die gewünschte Schlupfrate des Hinterrads, welches sich an der Außenseite der Kurve anordnet, wird als "Stero" festgesetzt und die gewünschte Schlupfrate des Hinterrads, welche sich an der Innenseite der Kurve anordnet, wird als "Stui" festgesetzt, wobei das Zeichen "e" die Übersteuerungsunterdrückungssteuerung kennzeichnet. Das Zeichen "FW" bezeichnet ein Vorderrad und das Zeichen "RW" bezeichnet ein Hinterrad.

Anschließend schreitet das Programm von Schritt 307 auf Schritt 308 fort, in welchem die gewünschte Schlupfrate "Stefo", welche in Schritt 307 für das Vorderrad eingestellt worden ist, das sich an der Außenseite der Kurve anordnet, mit einem Faktor "Kx" multipliziert wird, um eine neue gewünschte Schlupfrate "Stefo" zu erhalten. Der Verstärkungsfaktor "Kx" wird im Ansprechen auf die Fahrzeugeigung bzw. Kippbewegung (Rollwinkel θ) festgesetzt, derart, um ein vorbestimmtes Giermoment in eine Richtung entgegen der Kurvenrichtung des Fahrzeugs zu erzeugen, d. h., um der Beziehung zu entsprechen, wie in der Fig. 13 gezeigt wird.

Während in Schritt 309 die gewünschte Schlupfrate des Vorderrads, welche sich an der Außenseite der Kurve anordnet, als "Stefo" festgesetzt wird, so wird die gewünschte Schlupfrate für das Hinterrad, welches sich an der Außenseite der Kurve anordnet, als "Sturo" festgesetzt, wobei die gewünschte Schlupfrate des Hinterrads, das sich an der Innenseite der Kurve anordnet, als "Sturi" festgesetzt wird. D.h., wenn sowohl die Übersteuerungsunterdrückungssteuerung als auch die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung gleichzeitig ausgeführt wird, dann wird die gewünschte Schlupfrate des Vorderrads, das sich an der Außenseite der Kurve anordnet, derart festgesetzt, daß es die gleiche Rate annimmt, wie die gewünschte Schlupfrate zur Verwendung bei der Übersteuerungsunterdrückungssteuerung, während die gewünschten Schlupfraten der Hinterräder so festgesetzt werden, daß sie die gleichen Raten annehmen, wie die gewünschten Schlupfraten zur Verwendung bei der Untersteuerungsunterdrückungssteuerung. In jedem Falle jedoch wird ein Vorderrad, das sich an der Innenseite der Kurve anordnet, d. h., ein nicht angetriebenes Rad eines heckbetriebenen Fahrzeugs nicht gesteuert, da dieses Rad als ein Referenzrad zur Verwendung bei der Berechnung der geschätzten Fahrzeuggeschwindigkeit verwendet wird.

Die gewünschten Schlupfraten Stufo, Sturo und Stui zur Verwendung bei der Übersteuerungsunterdrückungssteuerung

werden berechnet anhand der nachfolgenden jeweiligen Gleichungen:

$$Stufo = K1 \cdot \beta + K2 \cdot D \beta$$

$$Sturo = K3 \cdot \beta + K4 \cdot D \beta$$

$$Stui = K5 \cdot \beta + K6 \cdot D \beta$$

wobei K1 bis K6 Konstanten sind, die derart festgesetzt sind, um die gewünschten Schlupfraten Stufo, Sturo, welche verwendet werden für ein Erhöhen des Bremsdrucks (d. h., ein Erhöhen der Bremskraft) und die gewünschte Schlupfrate Stui zu erzeugen, die verwendet wird für ein Verringern des Bremsdrucks (d. h., für ein Verringern der Bremskraft).

Im Gegensatz hierzu werden die gewünschten Schlupfraten Stufo, Sturo und Stui zur Verwendung bei der Untersteuerungsunterdrückungssteuerung berechnet anhand der nachfolgenden jeweiligen Gleichungen:

$$Stufo = K7 \cdot \Delta Gy$$

$$Sturo = K8 \cdot \Delta Gy$$

$$Stui = K9 \cdot \Delta Gy$$

wobei K7 eine Konstante ist für die Erzeugung der gewünschten Schlupfrate Stufo, die verwendet wird zur Erhöhung des Bremsdrucks (bzw. alternativ zur Verringerung des Bremsdrucks), während K8 und K9 Konstanten sind zur Erzeugung der gewünschten Schlupfraten Sturo, Stui, welche beide zur Erhöhung des Bremsdrucks verwendet werden.

Die Fig. 8 zeigt die Hydraulikdruck-Servosteuerung, die in Schritt 117 gemäß der Fig. 4 ausgeführt wird, wobei der Radzylinderdruck für jedes Rad gesteuert wird durch die Schlupfraten-Servosteuerung. In Schritt 401 werden die gewünschten bzw. die Sollschlupfraten St^{**} welche in Schritt 305, 307, 308 oder 309 festgesetzt werden, eingelesen, um die Sollschlupfrate für jedes Rad des Fahrzeugs zu erhalten. Anschließend schreitet das Programm zu Schritt 402 fort, in welchem eine Schlupfratenabweichung ΔSt^{**} für jedes Rad berechnet wird, wobei darüber hinaus das Programm zu Schritt 403 forschreitet, in welchem eine Fahrzeugbeschleunigungsabweichung ΔVso^{**} berechnet wird. In Schritt 402 wird die Differenz zwischen der Sollschlupfrate St^{**} und der Ist-Schlupfrate Sa^{**} berechnet, um die Schlupfratenabweichung ΔSt^{**} zu erhalten (d. h., $\Delta St^{**} = St^{**} - Sa^{**}$). Daraufhin wird in Schritt 403 die Differenz zwischen der Fahrzeugbeschleunigung DVso^{**} eines Rads, welches gesteuert werden soll und jene eines Referenzrads (d. h., eines Rads, welches nicht gesteuert werden soll) berechnet, um die Fahrzeugbeschleunigungsabweichung $\Delta DVso^{**}$ zu erhalten. Die Ist-Schlupfrate Sa^{**} sowie die Fahrzeugbeschleunigungsabweichung $\Delta DVso^{**}$ kann berechnet werden in Übereinstimmung mit einer spezifischen Weise, welche in Abhängigkeit der Steuerungsmodi wie beispielsweise dem Antiblockiersteuerungsmodus, dem Schlupfsteuerungsmodus usw. bestimmt wird.

Anschließend schreitet das Programm zu Schritt 404 fort, in welchem die Schlupfratenabweichung ΔSt^{**} mit einem vorbestimmten Wert Ka verglichen wird. Falls ein absoluter Wert der Schlupfratenabweichung $|\Delta St^{**}|$ gleich oder größer ist als der vorbestimmte Wert Ka, dann schreitet das Programm zu Schritt 406 fort, in welchem ein integrierter Wert (IAS^{**}) der Schlupfratenabweichung ΔSt^{**} erhöht wird. D.h., daß ein Wert bezüglich der Schlupfratenabweichung ΔSt^{**} , der mit einem Verstärkungsfaktor G^{**} multipliziert worden ist, zu dem integriertem Wert der Schlupfratenabweichung IAS^{**} addiert wird, welcher in dem vorhergehenden Zyklus dieser Routine erhalten worden ist, um den integrierten Wert für die Schlupfratenabweichung IAS^{**} in

60

65

DE 197 46 889 A 1

15

dem gegenwärtigen Zyklus zu erhalten. Falls der absolute Wert der Schlußfratenabweichung $|\Delta S^{**}|$ kleiner ist als der vorbestimmte Wert K_a , dann schreitet das Programm zu Schritt 405 fort, in welchem der integrierte Wert der Schlußfratenabweichung $\int \Delta S^{**}$ auf Null (0) zurückgesetzt wird. Anschließend schreitet das Programm zu den Schritten 407 bis 410 fort, in welchen die Schlußfratenabweichung ΔS^{**} auf einen Wert begrenzt wird, welcher gleich oder kleiner ist als ein oberer Grenzwert K_b oder welcher gleich oder größer ist als ein unterer Grenzwert K_c . Falls die Schlußfratenabweichung ΔS^{**} größer ist als der obere Grenzwert K_b , dann wird er auf den Wert K_b in Schritt 508 festgesetzt, wohingegen dann, wenn die Schlußfratenabweichung ΔS^{**} kleiner ist als der untere Grenzwert K_c dann wird dieser auf den Wert K_c in Schritt 410 festgesetzt.

Hierauf schreitet das Programm zu Schritt 411 fort, in welchem ein Parameter Y^{**} für das Bereitstellen einer Hydraulikdrucksteuerung in jedem Steuerungsmodus anhand der nachfolgenden Gleichung berechnet wird:

$$Y^{**} = G_s^{**} \cdot (\Delta S^{**} + [\Delta S^{**}])$$

wobei "G_s^{**}" ein Verstärkungsfaktor ist, der erhalten wird im Ansprechen auf den Fahrzeugschlupfwinkel β und in Übereinstimmung mit einem Diagramm, welches durch eine durchgezogene Linie in der Fig. 12 dargestellt ist. Das Programm schreitet ferner zu Schritt 412 fort, in dem ein weiterer Parameter X^{**} berechnet wird anhand der nachfolgenden Gleichung

$$X^{**} = G_d^{**} \cdot \Delta DV_{so}^{**}$$

wobei "G_d^{**}" ein Verstärkungsfaktor ist, der einen konstanten Wert darstellt, wie durch eine unterbrochene Linie in der Fig. 12 gezeigt wird. Auf der Basis der Parameter X^{**} und Y^{**} wird ein Drucksteuerungsmodus für jedes Rad in Schritt 413 in Übereinstimmung mit einer Sicherungskarte erhalten, welche in der Fig. 11 gezeigt ist. Die Sicherungskarte hat eine Druckschnellverringungszone, eine Druckimpulsverringungszone, eine Druckhaltezone, eine Druckimpulserhöhungszone, sowie eine Druckschnellerhöhungszone die fortlaufend vorgeschen sind, wie in der Eng. 11 dargestellt ist, so daß eine der Zonen in Übereinstimmung mit den Parametern X^{**} und Y^{**} in Schritt 413 ausgewählt wird. In dem Fall, in welchem kein Steuerungsmodus ausgeführt wird, wird kein Drucksteuerungsmodus vorgesehen (d. h. die Solenoide sind ausgeschaltet). In Schritt 414 wird eine Druckerhöhung und Verringerungs-Kompensationssteuerung ausgeführt, die erforderlich ist, um den ersten Übergang und den letzten Übergang des Hydraulikdrucks zu glätten, wenn in die gegenwärtig ausgewählte Zone von der vorbergehend ausgewählten Zone in Schritt 413 gewechselt wird, d. h., beispielsweise von der Druckerhöhungszone in die Druckverringungszone gewechselt wird oder umgekehrt. Wenn die Zone geändert wird, beispielsweise von der Druckschnellverringungszone in die Druckimpulserhöhungszone, dann wird eine Druckschnellerhöhungssteuerung für eine Zeiperiode ausgeführt, welche auf der Basis einer Perioden bestimmt wird, während welcher ein Druckschnellverringungsmodus angewandt hat, der unmittelbar vor der Druckschnellerhöhungssteuerung vorgeschen war. Schließlich schreitet das Programm zu Schritt 415 fort, in welchem das Solenoid jedes Ventils in der Hydraulikdrucksteuerungsteinrichtung PC erregt oder entregt wird und zwar in Übereinstimmung mit dem Modus, welcher durch die ausgewählte Drucksteuerungszone bestimmt wird oder der Druckerhöhung- und Verringerungskompensationssteuerung, um hierdurch die Bremskraft bzw. den Bremsdruck zu

16

steuern bzw. zu regeln, welcher an jedes Rad angelegt ist.

Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird die Lenkungssteuerung durch Bremsung ungeachtet eines Niederrückens des Bremspedals BP ausgeführt, um die Übersteuerungsunterdrückungssicherung und/oder die Untersteuerungsunterdrückungssteuerung zu erhalten. Darüber hinaus wird gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel die Bremskraft bzw. der Bremsdruck geregelt, um ein Giermoment zu erzeugen, in eine Richtung entgegen der Kurvenrichtung des Fahrzeuges und zwar im Ansprechen auf das Ergebnis, welches durch die Höhensensoren HS1 bis HS4 erfaßt wird, so daß eine stabile Kurvenbewegung des Fahrzeuges gewährleistet wird. Wie vorstehend bereits ausgeführt wurde, wird die Bremskraft bzw. der Bremsdruck entsprechend der Schlußrate gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel geregelt. Für einen gewünschten Parameter zur Verwendung bei der Übersteuerungsunterdrückungssteuerung und der Untersteuerungsunterdrückungssteuerung können jedoch jede gewünschte Parameter entsprechend dem Bremsdruck bzw. der Bremskraft, welcher an jedes Rad angelegt wird, unterschiedlich zu der Schlußrate verwendet werden, wie beispielsweise der Hydraulikdruck in jedem Radbremszylinder.

Im Gegensatz zu dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel, wobei die Bremskraft gesteuert wird, um ein Giermoment in eine Richtung entgegen der Kurvenrichtung des Fahrzeuges zu erzeugen und zwar im Ansprechen auf das Ergebnis, welches von den Höhensensoren HS1 bis HS4 erfaßt worden ist, so kann das Beispiel darum angeordnet sein, daß die Bremskraft gesteuert wird und/oder die Antriebskraft gesteuert wird (durch Steuern der Drosselsteuerungseinrichtung TH), um die Fahrzeuggeschwindigkeit zu verringern im Ansprechen auf das Ergebnis, welches durch die Höhensensoren HS1 bis HS4 erfaßt worden ist. Mit solch einer vorgesehenen Fahrzeuggeschwindigkeitsverringerungseinrichtung kann folglich eine stabile Kurvenbewegung des Fahrzeuges ausgeführt werden durch Verringern der Fahrzeuggeschwindigkeit im Ansprechen auf das Ergebnis, welches von den Höhensensoren HS1 bis HS4 geboten wird.

Anstelle der Höhensensoren HS1 bis HS4 kann ein Kipp- oder Winkelsensor für das direkte Erfassen des Rollwinkels wie beispielsweise ein Rollsensor verwendet werden zur Erfassung der Fahrzeuggippeinstellung bzw. der Fahrzeuggippeinstellung. Es kann aber auch die Fahrzeuggippeinstellung bzw. die Fahrzeuggippeinstellung auf der Basis der Signale abgeschätzt werden, welche durch den Seitenbeschleunigungssensor abgegeben werden, so daß das abgeschätzte Ergebnis stellvertretend für die Fahrzeuggippeinstellung verwendet werden kann. Darüber hinaus kann die Fahrzeuggippebewegung bzw. Kippeinstellung abgeschätzt werden auf der Basis einer Differenz zwischen einer Last, die auf das innerhalb der Kurve des Fahrzeuggippepfades sich anordnenden Rads angelegt wird und der Last, die auf das auf der Außenseite der Kurve des Fahrzeuggippepfades sich anordnenden Rads angelegt wird, wenn sich das Fahrzeug in Kurvenbewegung befindet. Die Differenz zwischen diesen zwei Lasten kann auf der Basis einer Druckdifferenz zwischen einem Reifen, der sich innerhalb der Kurve des Fahrzeuggippepfades anordnet und einem anderen Reifen, der sich an der Außenseite der Kurve des Fahrzeuggippepfades anordnet oder der Radgeschwindigkeitsdifferenz zwischen den Rädern, welche sich an der Innenseite und Außenseite der Kurve des Fahrzeuggippepfades anordnen abgeschätzt werden.

Es sollte jedoch für einen Fachmann ersichtlich sein, daß die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele lediglich illustrativ zu betrachten sind, wobei jedoch diese ledig-

DE 197 46 889 A 1

17

lich eine Auswahl von vielen möglichen speziellen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung darstellen. Zahlreiche unterschiedliche Anordnungen können in einfacher Weise für einen Durchschnittsfachmann der Beschreibung entnommen werden, ohne das hierbei von dem Umfang und Geist der Erfindung gemäß den nachfolgenden Ansprüchen abgewichen wird.

Die vorliegende Erfindung ist auf ein Fahrzeugbewegungssteuerungssystem gerichtet zur Aufrechterhaltung der Fahrzeugstabilität selbst in dem Fall, in welchem sich das Fahrzeug neigt, wenn das Fahrzeug sich in Kurvenbewegung befindet, wobei eine Bremskraftsteuerungseinheit vorgesehen ist, für das Steuern einer Bremskraft, welche an jedem der vorderen und hinteren Räder des Fahrzeugs angelegt wird. Das System hat eine Neigungserfassungseinheit, welche eine Neigung einer normalen Achse des Fahrzeugs zu dessen vertikaler Achse erfäßt sowie eine Kurvenbestimmungseinheit, welche einen Kurvenzustand des Fahrzeugs einschließlich einer Kurvenrichtung von diesem bestimmt. Eine Giermomentsteuerungseinheit ist vorgesehen für das Steuern der Bremskraftsteuerungseinheit, um ein Giermoment in eine Richtung entgegen der Kurvenrichtung des Fahrzeugs entsprechend der Neigung zu erzeugen, welche durch die Neigungserfassungseinheit erfäßt ist, wenn die Kurvenbestimmungseinheit bestimmt, daß sich das Fahrzeug in Kurvenfahrt befindet.

Patentsprüche

1. Fahrzeugbewegungssteuerungssystem zur Aufrechterhaltung der Stabilität eines Kraftfahrzeugs, wenn sich das Fahrzeug in Kurvenfahrt befindet, mit folgenden Bauteilen:
 einer Bremskraftsteuerungseinheit zur Steuerung einer Bremskraft, die an jedem der vorderen und hinteren Räder eines Fahrzeugs anliegt,
 eine Kipperfassungseinheit zur Erfassung einer Kippstellung einer normalen Achse des Fahrzeugs zu einer vertikalen Achse von diesem,
 eine Kurvenfassungseinheit zur Erfassung eines Kurvenzustands des Fahrzeugs einschließlich einer Kurvenrichtung von diesem und
 eine Giermomentsteuerungseinheit für das Steuern der Bremskraftsteuerungseinheit zur Erzeugung eines Giermoments in eine Richtung entgegen der Kurvenrichtung des Fahrzeugs im An sprechen auf die Kippstellung, welche durch die Kipperfassungseinheit erfäßt ist, wenn die Kurvenfassungseinheit bestimmt, daß sich das Fahrzeug in Kurvenfahrt befindet.

2. Fahrzeugbewegungssteuerungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Giermomentsteuerungseinheit dafür vorgesehen ist, eines der vorderen Räder des Fahrzeugs, welches sich auf der Außenseite einer Kurve des Fahrzeugbewegungsweges befindet entsprechend dem Ergebnis der Kurvenfassungseinheit auswählt, und dafür vorgesehen ist, die Bremskraftsteuerungseinheit zu steuern, um die Bremskraft an das eine der vorderen Räder, welches sich an der Außenseite der Kurve des Fahrzeugbewegungsweges befindet, im An sprechen auf die Kippstellung anzulegen, welche durch die Kipperfassungseinheit erfäßt ist.

3. Fahrzeugbewegungssteuerungssystem nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Geschwindigkeits erfassungseinheit zur Erfassung einer Radgeschwindigkeit jedes Rads des Fahrzeugs, wobei die Giermomentsteuerungseinheit

18

wung folgende Elemente hat:
 eine Soll-Schlupfratensteileinrichtung zur Einstellung einer Soll-Schlupfrate für jedes Rad des Fahrzeugs entsprechend der Kippstellung, welche durch die Kipperfassungseinheit erfäßt ist,
 eine Ist-Schlupfratensteileinrichtung für das Messen einer Ist-Schlupfrate jedes Rads des Fahrzeugs und eine Schlupfratenabweichungsberechnungseinrichtung für das Berechnen einer Abweichung zwischen der Soll-Schlupfrate und der Ist-Schlupfrate, wobei die Giermomentsteuerungseinheit die Bremskraftsteuerungseinheit entsprechend der Abweichung steuert, welche durch die Schlupfratenabweichungsberechnungseinrichtung errechnet ist.

4. Fahrzeugbewegungssteuerungssystem nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Antriebskraftsteuerungseinheit für das Steuern einer Antriebskraft, die an das Fahrzeug angelegt wird und

eine Geschwindigkeitsverringerungseinrichtung für das Steuern zumindest einer der nachfolgenden Einrichtungen nämlich der Bremskraftsteuerungseinheit und der Antriebskraftsteuerungseinheit, um eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs entsprechend der Kippstellung zu verringern, welche durch die Kipperfassungseinheit erfäßt ist, wenn die Kurvenbestimmungseinheit bestimmt, daß sich das Fahrzeug in Kurvenfahrt befindet.

5. Fahrzeugbewegungssteuerungssystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Giermomentsteuerungseinheit dafür vorgesehen ist, eines der vorderen Räder des Fahrzeugs, welches sich auf der Außenseite der Kurve in dem Fahrzeugbewegungsweg anordnet, entsprechend dem Ergebnis der Kurvenbestimmungseinheit auswählt, und welches dafür vorgesehen ist, die Bremskraftsteuerungseinheit so zu steuern, um die Bremskraft an das eine der Vorderräder, welches sich an der Außenseite der Kurve des Fahrzeugbewegungsweges anordnet, entsprechend der Kippstellung anzulegen, welche durch die Kipperfassungseinheit erfäßt ist.

6. Fahrzeugbewegungssteuerungssystem nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch eine Radgeschwindigkeits erfassungseinheit für das Erfassen einer Radgeschwindigkeit jedes Rads des Fahrzeugs, wobei die Giermomentsteuerungseinheit folgende Elemente hat:

eine Soll-Schlupfratensteileinrichtung für das Einstellen einer Soll-Schlupfrate für jedes Rad des Fahrzeugs entsprechend der Kippstellung, welche durch die Kipperfassungseinheit erfäßt ist,

eine Ist-Schlupfratensteileinrichtung für das Messen einer Ist-Schlupfrate jedes Rads des Fahrzeugs und eine Schlupfratenabweichungsberechnungseinrichtung für das Berechnen einer Abweichung zwischen der Soll-Schlupfrate und der Ist-Schlupfrate, wobei die Giermomentsteuerungseinheit die Bremskraftsteuerungseinheit entsprechend der Abweichung steuert, welche durch die Schlupfratenabweichungsberechnungseinrichtung berechnet ist.

7. Fahrzeugbewegungssteuerungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kipperfassungseinheit dafür vorgesehen ist, die Kippstellung des Fahrzeugs auf der Basis eines Rollwinkels um eine Längsachse des Fahrzeugs zu erfassen.

8. Fahrzeugbewegungssteuerungssystem zur Aufrechterhaltung der Stabilität eines Kraftfahrzeugs, insbesondere wenn sich das Fahrzeug in einer Kurvenbewe-

DE 197 46 889 A 1

19

20

gung befindet mit folgenden Elementen:
ein Bremskraftsteuerungseinrichtung für das Steuern
der Bremskraft, die an jedes Fahrzeugrad angelegt
wird,
eine Antriebskraftsteuerungseinrichtung für das Steu- 5
en einer Antriebskraft, die an das Fahrzeug angelegt
wird,
eine Kipperfassungseinrichtung für das Erfassen einer
Kippstellung einer Normalachse des Fahrzeuges zu ei- 10
ner Vertikalachse von diesen,
eine Kurvenbestimmungseinrichtung zur Bestimmung
eines Kurvenzustands des Fahrzeugs einschließlich ei-
ner Kurvenrichtung von diesen und
eine Geschwindigkeitsverringerungseinrichtung für 15
das Steuern von zumindest einem der nachfolgenden
Einrichtungen nämlich der Bremskraftsteuerungsein-
richtung und der Antriebskraftsteuerungseinrichtung,
um eine Geschwindigkeit des Fahrzeuges entsprechend
der Kippstellung zu Verringern, welche durch die Kip- 20
perfassungseinrichtung erfaßt ist, wenn die Kurvenbe-
stimmungseinrichtung bestimmt, daß sich das Fahr-
zeug in Kurvenfahrt befindet.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:
Int. Cl. 5:
Offenlegungstag:DE 197 46 889 A1
B 60 T 824
20. Mai 1998

FIG. 1 *

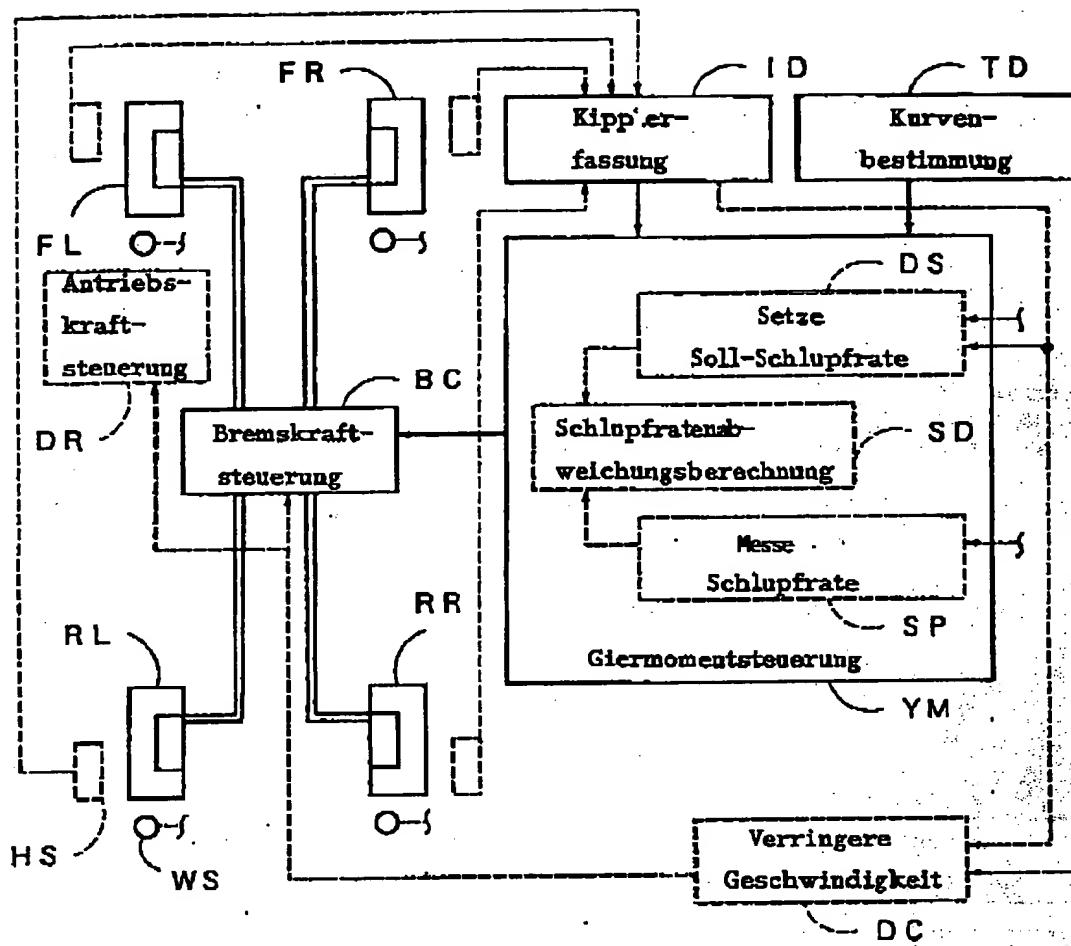


FIG. 2

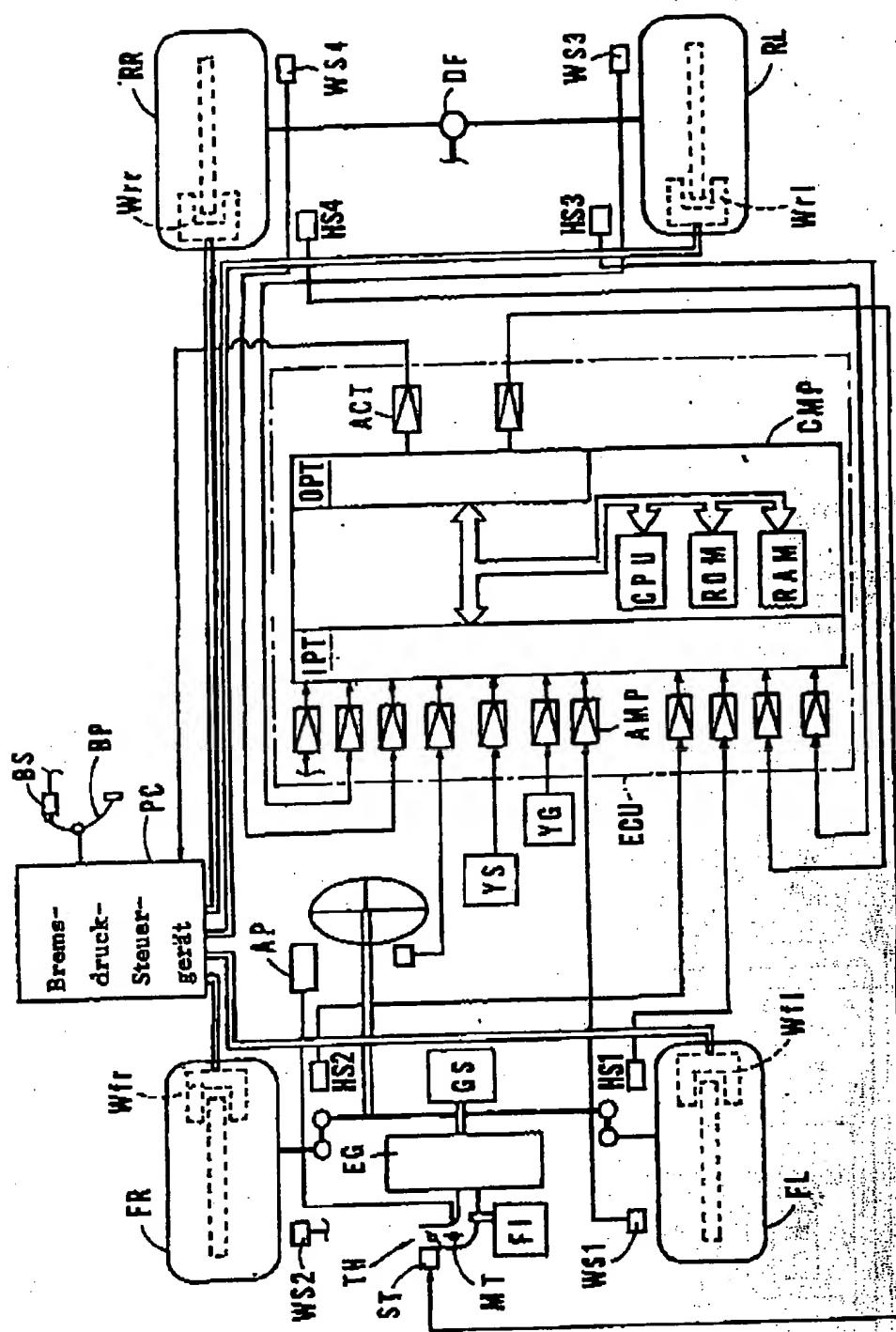


FIG. 3

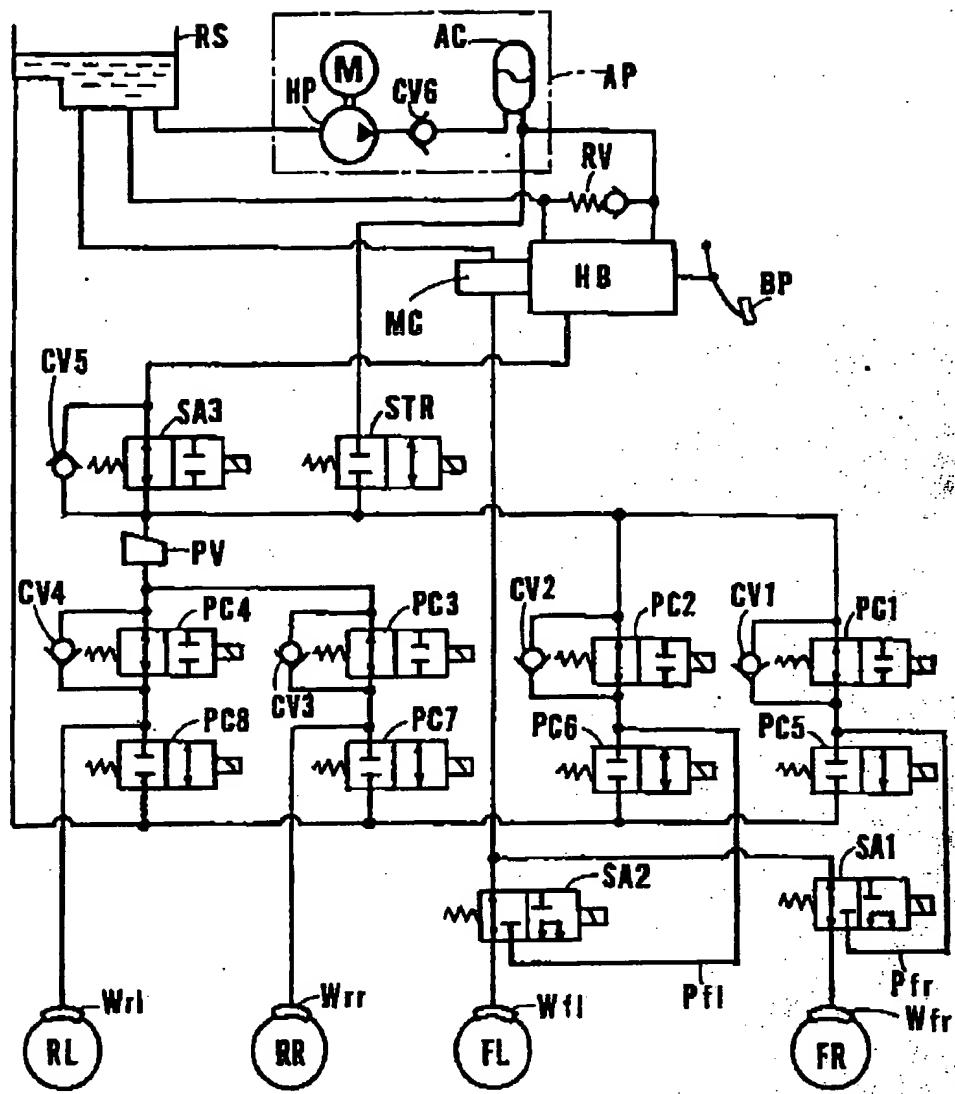
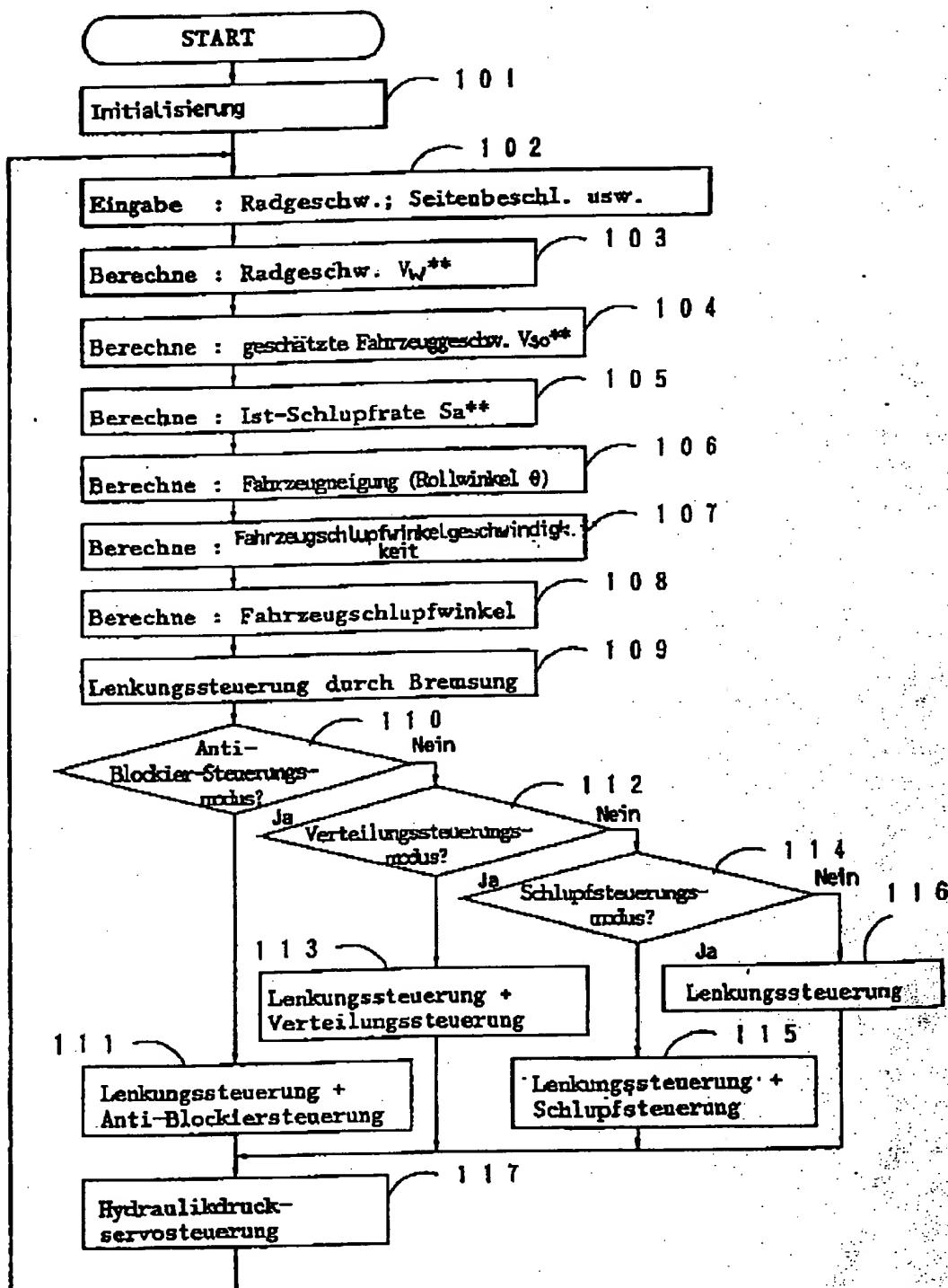


FIG. 4



ZEICHNUNGEN SEITE 5

Nummer:
Int. Cl. 5:
Offenlegungstag:DE 197 48 889 A1
B 80 T 8/24
20. Mai 1998

FIG. 5

Berechne: Fahrzeugeigung

201

Rechte und linke mittlere Höhendifferenz
 $\Delta H = [(HFR - HFL) + (HRR - HRL)] / 2$

Berechne: Rollwinkel

202

$$\theta = \tan^{-1} (\Delta H / T)$$

Rückkehr

FIG. 6

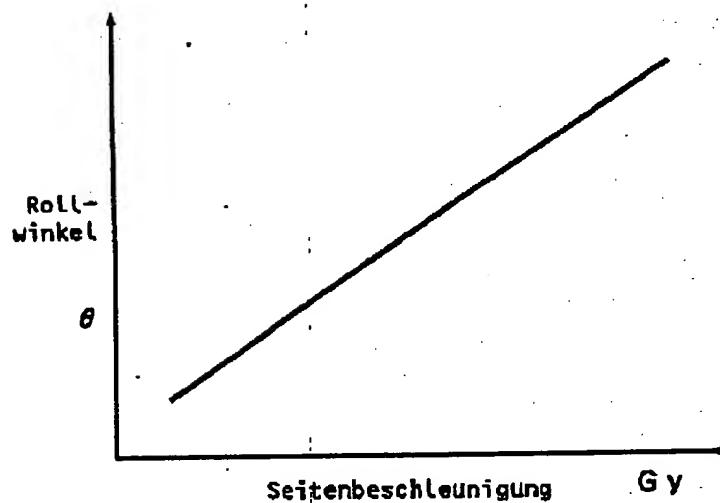
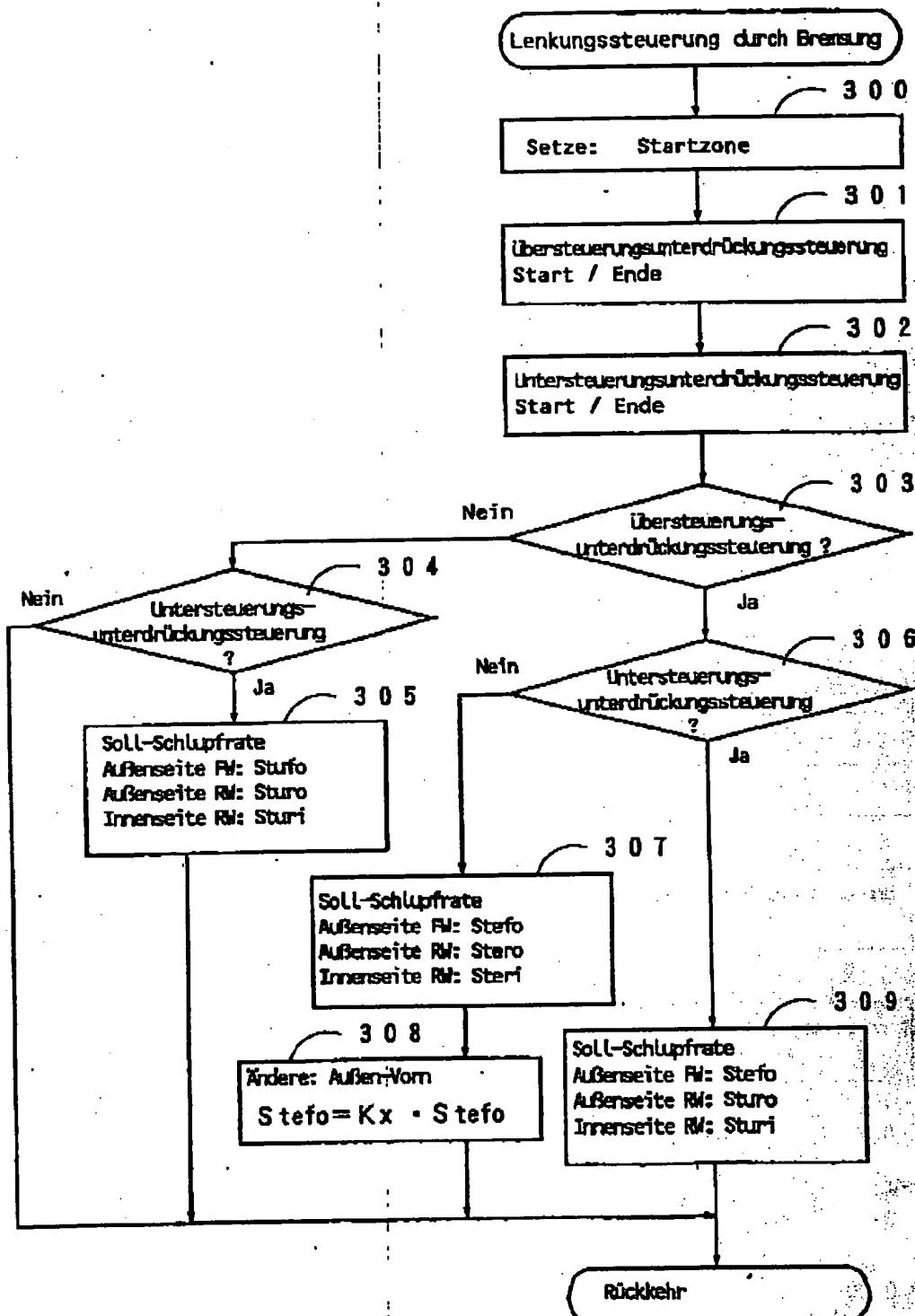


FIG. 7



ZEICHNUNGEN SEITE 7

Nummer:
Int. CL:
Offenlegungstag:DE 197 46 889 A1
B 60 T 8/24
20. Mai 1998

FIG. 8

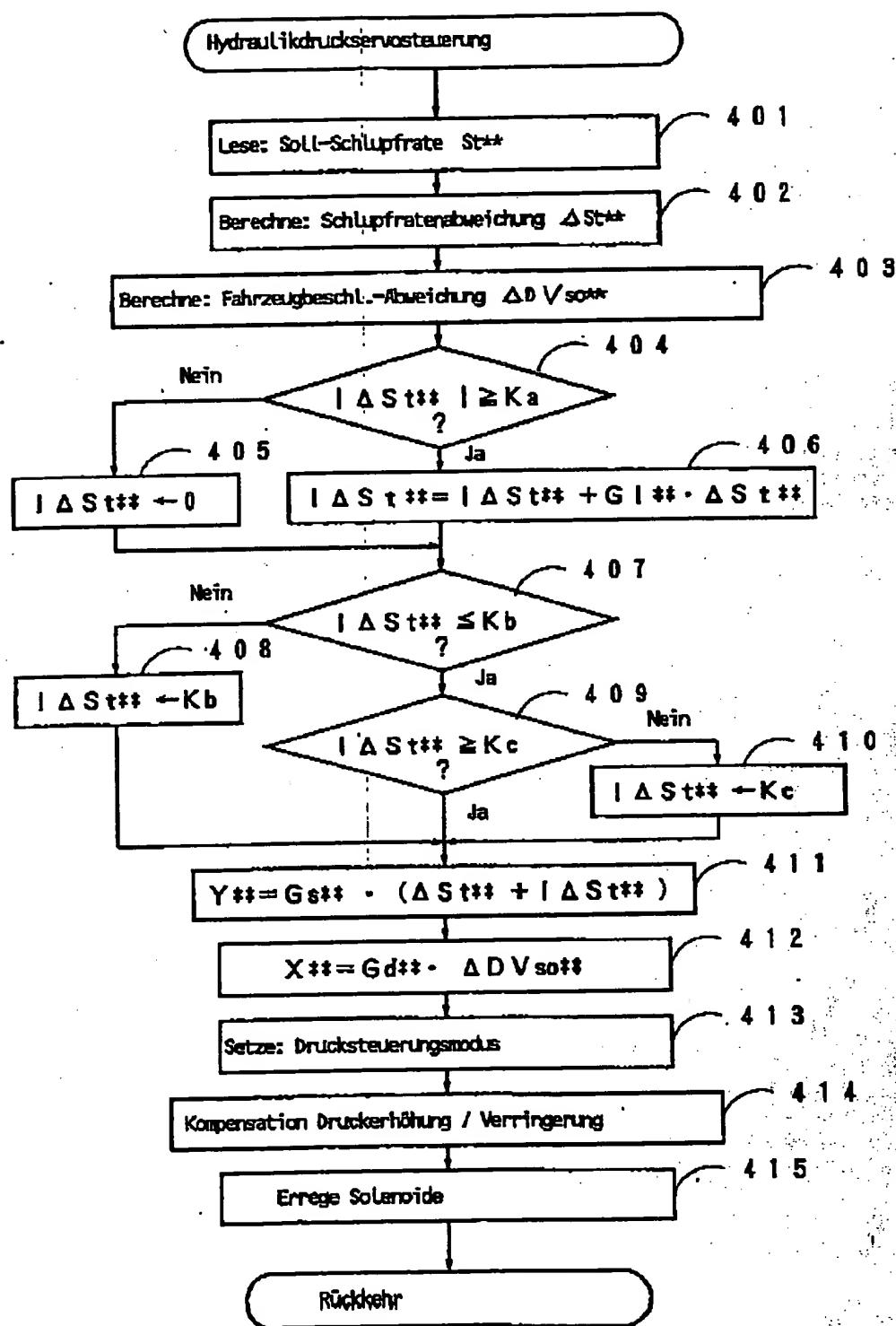


FIG. 9

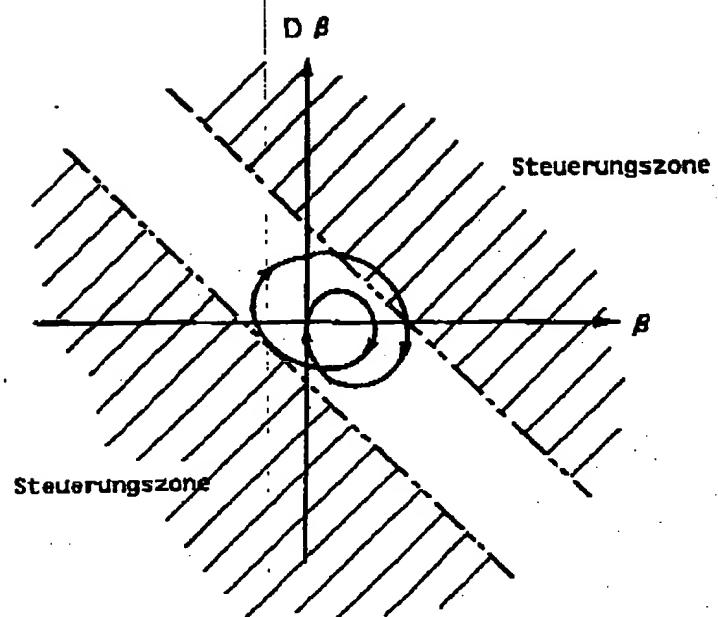
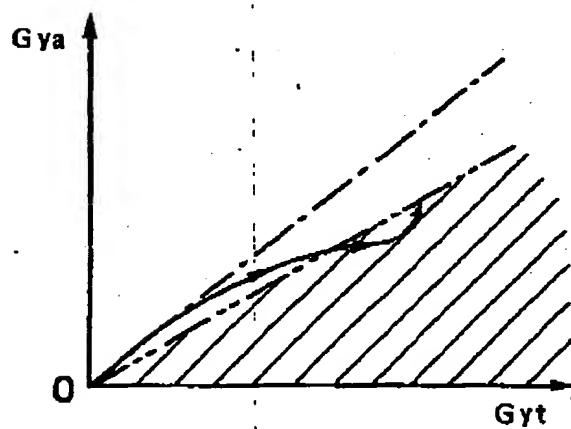


FIG. 10



ZEICHNUNGEN SEITE 9

Nummer:
Int. Cl. 5:
Offenlegungstag:DE 19746889 A1
B60T8/24
20. Mai 1998

FIG. 11

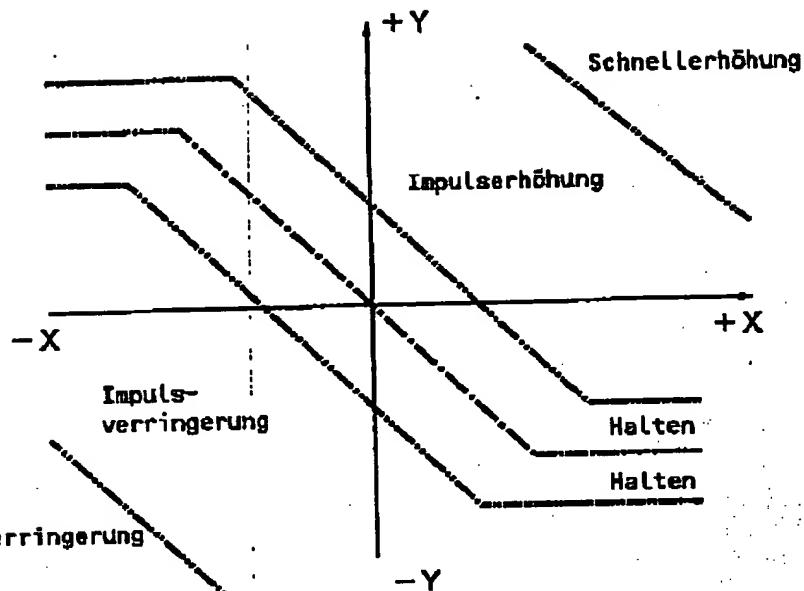


FIG. 12

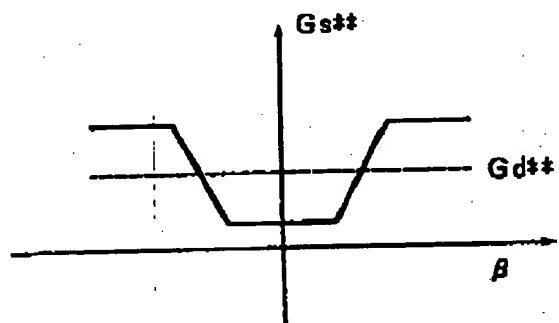


FIG. 13

